

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

ANNEE 1937

THÈSE

N°

315

POUR LE

DOCTORAT EN MÉDECINE

(DIPLOME D'ÉTAT)

PRÉSENTÉE PAR

Norbert LERICH

Né le 25 Novembre 1908, à BUCAREST (Roumanie)

**Problèmes d'hygiène
posés par la protection collective
contre les gaz de combat**

Président : M. TANON, Professeur

PARIS

VIGOT FRÈRES, ÉDITEURS

23, RUE DE L'ÉCOLE-DE-MÉDECINE, 23

1937

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

ANNEE 1937

THÈSE

No

POUR LE

DOCTORAT EN MÉDECINE

(DIPLOME D'ÉTAT)

PRÉSENTÉE PAR

Norbert LERICH

Né le 25 Novembre 1908, à BUCAREST (Roumanie)

Problèmes d'hygiène posés par la protection collective contre les gaz de combat

Président : M. TANON, Professeur

PARIS
VIGOT FRÈRES, ÉDITEURS
23, RUE DE L'ÉCOLE-DE-MÉDECINE, 23

1937

I. — Professeurs

	MM.
Anatomie	ROUVIERE.
Physiologie	Léon BINET.
Physique médicale	STROHL.
Chimie médicale	POLONOVSKI.
Bactériologie	Robert DEBRÉ.
Parasitologie et histoire naturelle médicale	BRUMPT.
Pathologie médicale et générale	BAUDOUIN.
Pathologie médicale	ABRAMI.
Pathologie chirurgicale	CHEVASSU.
Anatomie pathologique	ROUSSY.
Histologie	CHAMPY.
Pharmacologie et matière médicale	TIFFINEAU.
Thérapeutique	HARVIER.
Hygiène et médecine préventive	TANON.
Médecine légale	BALTHAZARD.
Histoire de la médecine et de la chirurgie	LAIGNEL.
Pathologie expérimentale et comparée	LAVASTINE.
Hydrologie thérapeutique et climatologie	FIESSINGER.
	Maur. VILLARET.
Clinique médicale	LOEPER.
	CARNOT.
	Marcel LABBÉ.
	CLERC.
Hygiène et clinique de la première enfance	LEREBoullet.
Clinique des maladies des enfants	NOBECOURT.
Clinique des maladies mentales et des maladies de l'encéphale	H. CLAUDE.
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques	GOUGEROT.
Clinique des maladies du système nerveux	GUILLAIN.
Clinique des maladies infectieuses	LEMIERRE.
	CUNEO.
	GOSSET.
Clinique chirurgicale	GRÉGOIRE.
	LENORMANT.
Clinique ophtalmologique	TERRIEN.
Clinique urologique	MARION.
	BRINDEAU.
Clinique d'accouchements	COUVELAIRE.
	JEANNIN.
Clinique gynécologique	MOCQUOT.
Clinique chirurgicale infantile et orthopédie	OMBRÉDANNE.
Clinique thérapeutique médicale	RATHERY.
Clinique oto-rhino-laryngologique	LEMAITRE.
Clinique thérapeutique chirurgicale	Pierre DUVAL.
Clinique propédeutique	SERGEANT.
Clinique de la Tuberculose	BEZANÇON.
Clinique chirurgicale orthopédique de l'adulte	MATHIEU.
Clinique cardiologie	LAUBRY.
	HOVELACQUE.
Professeurs sans chaire	MULON.
	OLIVIER.
	VERNE.

II. — Agrégés en exercice

MM.	MM.
AMELINE.....	Pathologie chirurgicale.
BARIETY	Pathologie médicale.
BENARD Henri	Pathologie médicale.
BERNARD Et... ..	Pathologie médicale.
BESANÇON (J.)	Hydrologie.
BOULIN	Pathologie médicale.
BULLIARD	Histologie.
CATHALA	Pathologie médicale.
CHEVALLIER	Pathologie médicale.
COSTE	Pathologie médicale.
DOGNON	Physique.
FEY	Urologie.
FUNCK-BRENTANO	Pathologie chirurgicale.
GALLIARD	Parasitologie.
GASTINEL	Bactériologie.
	DE GAUDART.
	D'ALLAINES. Pathologie chirurgicale.
	DE GENNES... Pathologie médicale.
	GAYET
	GIROUD
	HAGUENAU ... Pathologie médicale.
	HALPHEN Oto-rhino-laryngologie.
	HAZARD Pharmacologie.
	HUGUENIN Anatomie pathologique.
	JOANNON Hygiène.
	LACOMME Obstétrique.
	LANTUEJOL... Obstétrique.
	LAROCHE Guy. Pathologie médicale.
	LELONG Pathologie médicale.



MM.

LEMAIRE Pathologie expérimentale.
 LEVEUF Pathologie chirurgicale.
 LÉVY (M^{re} J) .. Pharmacologie.
 LEVY-VALENSI. Neurologie et Psychiatrie.
 MENEGAUX .. Pathologie chirurgicale.
 MOLLARET ... Pathologie médicale.
 MOREAU Pathologie médicale.
 MOULONGUET. Pathologie chirurgicale.
 MOUQUEN Pathologie médicale.
 OBERLING Anatomie pathologique.
 PETIT
 DUTAILLIS. Pathologie chirurgicale.

MM.

PIEDELIEVRE. Médecine légale
 PORTES Obstétrique.
 RENARD (L.). Ophtalmologie.
 RICHET Physiologie.
 SANNIE Chimie biologique.
 SENEQUE Pathologie chirurgicale
 TROISIER Pathologie expérimentale
 TURPIN Pathologie médicale.
 VIGNES Obstétrique.
 WILMOTH Pathologie chirurgicale

III. -- Agrégés rappelés à l'exercice pour le service des examens

MM.

ALGLAVE Pathologie chirurgicale.
 BUSQUET Pharmacologie.
 CHAILLEY.
 BERT Physiologie.
 GUENIOT Obstétrique.

MM.

LARDENNOIS... Pathologie chirurgicale.
 LEROUX Anatomie pathologique
 NEVEU.
 LEMAIRE ... Parasitologie.
 PHILIBERT ... Bactériologie.
 VAUDESCAL.... Obstétrique.

IV. -- Agrégés chargés de cours de clinique annexe à titre permanent

MM.

ALAJOUANINE.
 AUBERTIN
 BRULÉ
 CHABROL
 CHIRAY
 DONZELOT
 DUVOIR
 LIAN
 PASTEUR
 VALLÉRY-RADOT
 SEZARY
 Clinique médicale

MM.

BASSET
 BROCC
 CADENAT
 GATELLIER
 HEITZ-BOYER
 MOURE
 QUÉNU
 SCHWARTZ
 VELTER
 ECALLE
 LE LORIER
 LÉVY-SOLAL ...
 METZGER
 Clinique chirurgicale
 Clinique obstétricale

V. -- Chargés de cours

MM.

CHAILLEY-BERT, agrégé. Education physique
 LEDOUX-LEBARD Radiologie clinique.
 PHILIBERT, agrégé... Microbiologie.
 RUPPE Stomatologie.
 WEIL-HALLÉ Puériculture.

Par délibération en date du 9 décembre 1798, l'Ecole a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées, doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation

A MES PARENTS

A MA FEMME

MEIS ET AMICIS

A NOTRE PRÉSIDENT DE THÈSE

MONSIEUR LE PROFESSEUR TANON

*Officier de la Légion d'Honneur
Professeur d'Hygiène à la Faculté de Médecine de Paris
Membre de l'Académie de Médecine
Conseiller technique sanitaire
au Ministère de la Santé publique
Inspecteur général des Services techniques d'hygiène
à la Préfecture de Police*

Qui a bien voulu accepter la présidence de cette thèse.

Hommage de ma profonde reconnaissance.

A MONSIEUR LE PHARMACIEN-COLONEL BRUÈRE

*Officier de la Légion d'Honneur
Docteur ès-Sciences et en Pharmacie
Conseiller technique
à la Commission des Services Sanitaires de la Seine*

Nous lui devons la totalité de notre documentation; son attachement à ce travail mérite notre constante gratitude. Qu'il veuille bien en trouver ici la sincère expression.

PROBLÈMES D'HYGIÈNE POSÉS PAR LA PROTECTION COLLECTIVE CONTRE LES GAZ DE COMBAT

AVANT-PROPOS

L'éventualité des agressions brusquées, auxquelles nous exposent les guerres aériennes de l'avenir pose, pour les collectivités, de redoutables problèmes essentiellement liés à des questions d'hygiène.

En effet, d'une part la vie en commun, dans des locaux à atmosphère confinée, ne peut présenter qu'un caractère temporaire; d'autre part, étant donné la contamination possible des locaux, leur réoccupation ne devra avoir lieu après des attaques sévères — à caractères chimiques ou biologiques — qu'après des opérations méthodiques et rationnelles de désinfection.

De multiples problèmes se trouvent de ce fait posés, qu'il s'agisse de protéger simplement des collectivités ou de donner d'extrême urgence, des soins aux trois principales catégories d'accidentés : *blesés, brûlés et gazés*.

Nous avons pensé qu'il pouvait y avoir intérêt à examiner ces divers points qui doivent particulièrement retenir l'attention des *médecins hygiénistes* et les *volontaires Z de la défense passive* : pharmaciens, infirmières de la Croix Rouge, assistantes du Devoir National, etc., appelés à collaborer au Service médical.

Le sujet de cette thèse nous a été suggéré par le Professeur agrégé JOANNON; sa rédaction a été grandement facilitée par M. le Pharmacien-Colonel BRUÈRE, Conseiller technique de la Commission sanitaire départementale de la Seine, présidée par M. le Professeur TANON.

Nous tenons à remercier ici M. BRUÈRE qui nous a autorisé à puiser largement dans les travaux qu'il a effectués sur cette question en qualité de Rapporteur à la Commission précitée.

Pour donner à la question des postes de secours le maximum de développement pratique, nous avons élargi le plus possible le cadre de notre documentation et divisé notre exposé en deux parties :

PREMIÈRE PARTIE

Avant-Propos.

Chapitre premier. — Principes généraux de la protection collective.

Chapitre II. — L'acte respiratoire en milieu confiné.

Données relatives à l'acte respiratoire accompli en atmosphère confinée.

Conditionnement de l'air et hygromicité.

Chapitre III. — Le milieu clos.

Préambule.

Sources d'oxygène.

Absorption des produits de la respiration.

Dépression et suroxygénation.

Chapitre IV. — Le milieu surpressé.

Réalisation.

Ensembles filtrants.

Chapitre V. — Air comprimé.

Matières filtrantes et absorbantes.

Chapitre VI. — Filtration directe de l'air par le sol.

Ventilation forcée.

DEUXIÈME PARTIE

Chapitre premier. — Abris ordinaires.

Etude concrète et pratique des principaux types d'abris.

Conditions d'aménagement d'un abri ordinaire.

Protection dans le cadre familial.

Chapitre II. — Abris sanitaires permanents et improvisés.

Plan sanitaire de protection.

Abris sanitaires permanents et improvisés.

Chapitre III. — Protection de l'eau et des aliments.

Assainissement de l'eau et des denrées alimentaires.

Chapitre IV. — Détection et désinfection.

Détection.

Détoxication.

Désinfection.

Conclusions.

PREMIERE PARTIE

CHAPITRE PREMIER

PRINCIPES GENERAUX DE LA PROTECTION COLLECTIVE

En principe et sous certaines réserves d'évacuation forcée (pilonnage, incendie, etc...) comme l'a fait remarquer le Colonel BRUÈRE (4), l'utilisation des abris doit rester à la base des mesures dont il y a lieu de provoquer la réalisation, pour se mettre en garde, avec le maximum de risques, contre les agressions aéro-chimiques. En effet, la seule ressource à laquelle seront tentés de faire appel d'instinct, les individus dépourvus d'appareils de protection individuelle (vulgairement appelés : masques), sera le milieu, aussi clos que possible, en cherchant à se réfugier dans les locaux et les caves présentant le minimum d'ouvertures ou en apparence faciles à obturer.

De plus, la difficulté de multiplier l'emploi du circuit fermé, réalisé avec un appareillage portatif de poids et de prix abordables, ainsi que l'obligation pour le personnel secouriste de se reposer, de s'alimenter et de remplacer les charges régénératrices de l'air expiré, imposent aux services publics la nécessité impérieuse d'organiser des abris.

Toutes mesures étant prises pour se prémunir con-

tre les effets des explosifs et des bombes incendiaires (5), il devra être tenu compte de diverses données pour lesquelles le concours des architectes et des hygiénistes sera indispensable.

La défense passive, en effet, doit être à même de tirer parti des ressources existantes et de les améliorer en vue de leur adaptation aux exigences de la protection contre les dangers de « l'arme chimique » (26).

Qu'il s'agisse de protection collective ou individuelle, le but principal à atteindre reste le même :

- a) Assurer avant tout *l'acte respiratoire*,
- b) Réduire au minimum *la contamination des matières et objets*.

Deux méthodes sont actuellement utilisées :

1° La respiration en *circuit fermé* ;

2° Le renouvellement de l'air *en circuit ouvert* par aspiration et filtration.

Avant d'aborder pratiquement ces deux questions, il nous a paru nécessaire de rappeler, au préalable, quelques notions relatives aux besoins de l'organisme pour assurer l'acte respiratoire dans les diverses conditions anormales imposées en milieu confiné par la vie en commun.

CHAPITRE II

L'ACTE RESPIRATOIRE EN MILIEU CONFINE

DONNEES RELATIVES A L'ACTE RESPIRATOIRE ACCOMPLI EN ATMOSPHERE CONFINEE

1° On sait que l'air normal est sensiblement constitué en *volume* par :

79 pour 100 d'azote,

21 pour 100 d'oxygène.

Les besoins au repos relatif, en oxygène, sont en moyenne de 20 litres-heure avec une excrétion un peu inférieure d'anhydride carbonique (l'azote n'est pas touché).

Au travail intensif et dans certains cas de dyspnée provoquée par des gaz suffocants (le phosgène, par exemple), la ventilation pulmonaire est susceptible d'être quintuplée (7).

a) Au premier temps de l'acte respiratoire et au rythme ralenti d'une inspiration toutes les deux secondes, un volume d'air inspiré de 0 l. 50 correspondrait par minute : à $0 \text{ l. } 50 \times 15 = 7 \text{ litres et demi}$, ce qui donne, par heure, 450 litres d'air introduits dans les poumons.

Ce volume renferme, en chiffres arrondis, 92 litres d'oxygène, dont le quart seulement, soit de 20 à 25 litres, est utilisé au repos relatif par l'organisme.

Il est intéressant de faire remarquer que cette consommation peut être largement doublée au travail intensif, tandis que la ventilation peut être quintuplée.

b) Au deuxième temps de l'acte respiratoire, l'organisme rejette dans l'atmosphère le volant initial d'azote, soit dans le cas particulier :

$$0 \text{ l. } 79 \times 450 = 355 \text{ litres et demi,}$$

qui ne sont pas modifiés et constituent par conséquent un *volant gazeux*, lequel entraîne et dilue au cours de l'expiration le gaz CO_2 formé, la vapeur d'eau et les déchets excrémentitiels de l'acte respiratoire.

2° Comme l'a fait remarquer le Colonel BRUÈRE (14), l'air normal renferme 0,05 pour 100 de gaz CO_2 , soit 1 centimètre cube pour 2 litres d'air ; pour une quantité double, 0,10 pour 100 (soit 1 centimètre cube par litre), le milieu confiné est légèrement vicié et il est franchement vicié pour une quantité 10 fois plus forte, mais il ne devient asphyxiant que si la proportion atteint 80 à 100 litres par mètre cube d'air.

L'expérience montre que même chez les organismes jeunes, l'aptitude au travail est très diminuée dès que l'on atteint 1,5 pour 100 (soit 15 litres par mètre cube).

C'est cette limite qui a servi de base au Colonel BRUÈRE pour le calcul des conditions de vie en circuit fermé, c'est-à-dire en *milieu clos* (2) ; après avoir rappelé :

a) qu'un adulte dégage en moyenne de 20 à 22 litres d'anhydride carbonique par heure, et que pendant le même temps, la consommation d'oxygène est d'environ 25 litres ;

b) que l'expérience a montré qu'il n'était pas néces-

saire d'absorber le gaz carbonique tant que sa concentration dans l'air ne dépassait pas en volume 1,5 pour 100 ;

c) qu'il ne s'imposait pas de débiter de l'oxygène tant que la proportion normale, en volume, de 21 pour 100, restait supérieure à 17 pour 100.

De ces notions, cet auteur a dégagé pratiquement deux formules très simples qui permettent d'apprécier, avec exemples à l'appui, dans quelles limites doit s'effectuer la *régénération de l'air* dans une atmosphère viciée par les produits de la respiration, en fonction de la capacité du *local* V (exprimée en mètres cubes) et du *nombre* N des occupants.

1° Calcul du séjour-limite, sans absorption de gaz carbonique, c'est-à-dire temps T (exprimé en heures) au bout duquel le gaz carbonique aura atteint 1,5 pour 100 :

$$T = \frac{V}{N} \times \frac{3}{4}$$

Cette première formule est déduite des données suivantes :

1° Dégagement horaire moyen de CO_2 par personne :
en litres : $N \times 20$ litres ; en mètres cube : $N \times 0 \text{ m}^3 \text{ } 020$;

2° Volume de CO_2 calculé à la limite de 1,5 pour 100 dans un volume d'air V :

en litres : $V \times 1,5$

100

en mètres cubes : $V \times 0,015$.

3° D'où T (durée de séjour) pour N personnes dans un local de volume V :

$$T = V \times 0,015 = V \times 3 \text{ ou } V \times 0,75$$

$$\frac{N \times 0,020}{N} \quad \frac{3}{4} \quad \frac{0,75}{N}$$

2° Calcul du séjour limite sans qu'il soit nécessaire de distribuer du gaz oxygène :

$$T' = 2 T$$

Cette deuxième formule est déduite des données suivantes :

On a, d'une part, pour un local dont la capacité est de V (exprimée en mètres cubes) :

1° Oxygène du local à l'entrée du personnel (en mètres cubes)... $0,21 \times V$;

2° Oxygène calculé à la limite de 17 pour 100 (en mètres cubes)... $0,17 \times V$,

d'où disponibilité en oxygène en mètres cubes :

$$(0,21 - 0,17) \times V = 0,04 \times V.$$

D'autre part, pour un personnel N appelé à séjourner dans un local dont le volume d'air est V, on aura :

3° Consommation horaire en oxygène calculée sur 25 litres, soit $0 \text{ m}^3 \text{ } 025$ (en mètres cubes). $0,025 \times N$.

Donc le temps T' (au bout duquel l'oxygène disponible jusqu'à la limite de 17 pour 100 aura été consommé) sera donné par la formule :

$$\frac{V \times 0,04 \text{ soit } T'}{N \times 0,025} = \frac{V}{N} \times 1,6.$$

Il est à remarquer que le rapprochement des deux formules T et T' qui ont une fraction commune V/N, fait ressortir que $3/4$ (c'est-à-dire 0,75) et 1,6 sont sensiblement dans le rapport de 1 à 2.

Ces deux formules ont été adoptées par la notice 4 des annexes sur la défense passive du territoire (Sûreté générale), 25 novembre 1931.

Etant donné qu'il serait imprudent de procéder à une absorption de CO_2 sans une détente équivalente d'oxygène, et qu'il n'y a pratiquement aucun inconvénient à laisser s'élever à 3 pour 100 le gaz carbonique dans une proportion double comme nous allons le voir, le colonel BRUÈRE a fusionné ces deux formules en une seule (10) :

$$T \left(\begin{array}{l} \text{temps limite en heure} \\ \text{avant régénération de l'air} \end{array} \right) = \frac{V}{N} \times 1,5$$

Ceci posé, et avant d'aborder la protection collective en circuit fermé et en circuit ouvert, il nous a paru utile de rappeler quelques notions de physiologie de l'appareil pulmonaire.

Capacité du poumon.

Elle est d'environ 4.400 centimètres cubes. Même par une forte expiration on n'arrive pas à chasser en totalité l'air des voies respiratoires.

D'après Gréhan, le volume des gaz restants forme ce qu'il appelle *l'air résiduel*, soit environ 1 lit. 400 ; en expire en réalité 3 litres d'air dont la teneur en gaz carbonique augmente avec le travail imposé à l'organisme, tandis que l'air résiduel garde une constance remarquable de 5,8 dans son pourcentage en gaz carbonique.

Fréquence respiratoire.

C'est le nombre de mouvements doubles (inspiration, expiration) par minute, soit une moyenne au repos de 15 par minute.

La fréquence respiratoire est un acte réflexe que nous pouvons cependant ralentir, augmenter et même suspendre volontairement pendant une bonne minute. A la notion de fréquence s'ajoute celle de *profondeur* ou *accroissement* du volume de l'air inspiré.

La profondeur augmente dès que l'oxygène baisse dans le sang, tandis que l'arrivée de l'oxygène affaiblit les mouvements respiratoires jusqu'à ce qu'un nouveau manque d'oxygène se reproduise.

D'après DALTON et VALENTIN, la vapeur d'eau exhalée est en moyenne de 500 grammes par 24 heures.

Oxygène introduit dans les poumons.

Dans le cas de l'air *normal*, le volume d'oxygène est de l'ordre de 21 pour 100.

Pour le rythme de 15 mouvements doubles par minute, et pour une inspiration de 0 l. 50, on calcule (air introduit dans les poumons) :

$$\text{par minute : } 0 \text{ l. } 50 \times 15 = 7 \text{ l. } 50$$

$$\text{par heure : } 7 \text{ l. } 50 \times 60 = 450 \text{ lit.}$$

Or, sachant que 100 litres d'air sont composés en volume par : 79 d'azote et 21 d'oxygène, on calcule :

Oxygène introduit dans les poumons :

$$21 \times 4,5 = 94 \text{ l. } 5$$

Azote introduit dans les poumons :

$$79 \times 4,5 = 352 \text{ l. } 5$$

Sachant que l'azote ne varie pas, et que l'oxygène est consommé aux moyennes suivantes par heure :

Repos relatif. 20 litres

Travail modéré. 25 litres

Travail intensif. 40 à 50 litres

On calcule :

Oxygène rejeté au repos relatif :

$$94 \text{ l. } 5 - 20 \text{ l. } = 74 \text{ l. } 5$$

$$94 \text{ l. } 5 - 25 \text{ l. } = 69 \text{ l. } 5$$

Oxygène rejeté au travail intensif :

$$94 \text{ l. } 5 - 50 \text{ l. } = 44 \text{ l. } 5$$

Le volant d'azote constant de 352 litres 5 permet de calculer :

Pourcentage d'oxygène dans l'air *expiré* :

Au repos relatif 17 p. 100

Au travail modéré 13 p. 100

Au travail intensif 10 p. 100

ce qui montre la nécessité de distribuer de l'oxygène dans l'air du milieu clos puisqu'une bougie s'éteint dès 16,2 pour 100, ce qui fixe le seuil pratique à 17 pour 100.

CONDITIONNEMENT DE L'AIR (1)

Cette expression désigne le maintien, dans un local, d'une température sèche exceptionnelle ou correspondant, dans le cas le plus général, à un degré hygrométrique déterminé ; ce second cas entraîne la constance de la température mouillée, et de la température effective.

Par extension, ce terme est souvent employé pour désigner plus spécialement l'humidification par opposition au chauffage proprement dit, qui ne se préoccupe que de la seule température sèche.

Au point de vue physiologique, il est désirable que l'air ne soit ni trop sec, ni trop humide, et pour préciser, les savants américains estiment que l'air doit être maintenu à un degré hygrométrique compris entre 35 et 65 pour 100.

Cette opinion résulte, principalement, des expériences entreprises pour la recherche des atmosphères les plus confortables, cette humidité ayant été trouvée la plus agréable pour les sujets expérimentés.

On a invoqué les dangers d'une humidité trop faible qui, desséchant les muqueuses et la peau, met l'organisme en état de résistance moindre à l'égard des maladies respiratoires.

Il ne faut pas s'exagérer outre mesure la variation de l'évaporation pour le corps humain, avec le degré hygrométrique. Pour *une même température résultante* (2) de 18 degrés, on peut estimer que lorsque le degré hygrométrique passe de 35 à 65 pour 100,

(1) Nous avons consulté pour ce rappel de notions sommaires, un travail très intéressant de M. MISSENARD : Etude physiologique et technique de la ventilation. (28).

(2) Deux enceintes sont à la même *température résultante* lorsqu'une même personne ne sentira pas de différence de chaleur en passant de l'une à l'autre. (Terme créé par M. MISSENARD.)

l'évaporation n'augmente que de 15 pour 100 environ. Tout le monde s'accorde à considérer comme indésirable une très forte humidité voisine de 80 à 90 pour 100, et les travaux de J. RENAULT ont établi que le « coup de chaleur » constaté chez les nourrissons était dû à une trop grande humidité accompagnée d'une élévation anormale de la température de l'air.

En résumé, le degré hygrométrique désirable paraît être de 40 à 50 pour 100, aux environs de 20°.

En l'état actuel de la technique, la méthode la plus simple et la plus efficace pour le réglage de ce degré hygrométrique, consiste à saturer l'air à une température telle que par échauffement à la température d'utilisation, cet air conserve 40 pour 100 d'humidité (on trouvera des détails sur les appareils de conditionnement dans le traité de *Conditionnement de l'air*, par M. E. LEROUX (27).

★ ★

Le corps, vis-à-vis de la peau, fonctionne comme un thermomètre mouillé. Mais, entre certaines limites, la température du corps est constante et indépendante de la chaleur perdue par la peau ; celle-ci simule l'action de la gaine mouillée du katathermomètre. L'eau perdue par le corps humain se répartit comme suit :

Par l'urine et les excréments : 1,8 p. 100 chaleur dissipée.

Par l'air expiré : 3,5 p. 100 (chaleur perdue par le chauffage de cet air).

Par l'air des poumons..... 7,2 p. 100

Par l'évaporation cutanée 14,5 p. 100

Par le rayonnement de la peau.. 40, p. 100

Par la convection..... 33, p. 100

Le tout représente une perte de chaleur de 2.520 calories par 24 heures, soit par heure, 105 calories.

Un des avantages du choix des sous-sols disponibles de certains services publics pour l'aménagement d'abris sanitaires du type permanent, est de pouvoir bénéficier des facilités données par le chauffage central et d'en tenir compte pour la répartition des locaux, en ce qui concerne notamment les suffoqués.

C'est en effet un problème d'une importance capitale.

Nous noterons une coïncidence curieuse : d'après les expériences de RIETSCHEL, l'individu ne sent passer l'air que lorsque sa vitesse atteint 50 centimètres par seconde ; cette observation peut être rapprochée de celle qui concerne les charbons actifs qui ne retiennent en moyenne, avec sécurité, les produits agressifs, qu'à la condition que ceux-ci ne traversent pas les filtres à base de charbon à une vitesse supérieure à 50 centimètres-seconde.

Dans ces conditions la question ne se pose donc pas pour les abris.

CHAPITRE III

LE MILIEU CLOS

Le prototype de la respiration en *milieu clos* nous est fourni par le sous-marin.

Les conditions à remplir pour satisfaire l'acte respiratoire en circuit fermé qui caractérise le milieu clos, découlent des données que nous venons d'énoncer.

Il convient d'examiner successivement :

1° Les sources d'oxygène ;

2° L'absorption du gaz carbonique et éventuellement de la vapeur d'eau (jusqu'à un certain degré d'hygromicité) ainsi que — pour mémoire — la neutralisation des anthropotoxines ;

3° La nécessité impérieuse de maintenir intact le volant initial d'azote (ce qui nous conduira à mettre en relief les inconvénients du milieu clos, lorsque le local occupé n'est pas absolument imperméable, ou est susceptible d'être fissuré à la suite de bombardements violents ou pour toute autre cause imprévue).

SOURCES PRATIQUES D'OXYGENE

Les sources pratiques d'oxygène (3) sont les tubes d'acier pouvant en renfermer jusqu'à 7 mètres cubes sous pression* ; la détente a lieu sans difficultés par l'intermédiaire de mano-détendeurs qui permettent

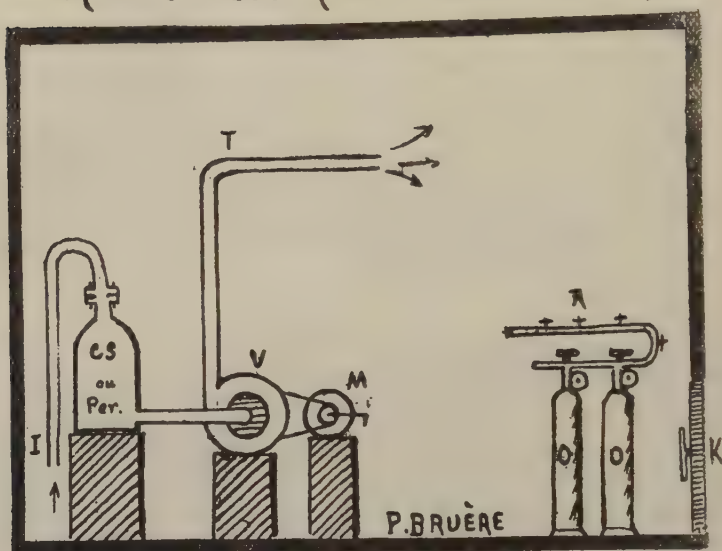
N.-B. — Pour la région parisienne, le stock des tubes d'oxygène de la capacité de 7 m₃ est d'environ 80.000.

de passer d'une forte pression à une seconde pression beaucoup plus maniable, ce qui évite les pertes.

Ils permettent, en outre :

1° D'une part, connaissant la pression du gaz et le poids du système (récipient taré plus le poids du gaz) de contrôler le volume restant ;

MILIEU CLOS (Circuit FERMÉ)



2° D'autre part, d'établir des postes de remplissage pour tubes de rechange de petites dimensions : acier, duralumin, etc...

La séparation de l'oxygène de l'air liquide permet d'envisager son approvisionnement en quantité pratiquement illimitée.

On utilise également comme source mixte d'alcali caustique et d'oxygène, les peroxydes alcalins.

Il nous a paru nécessaire de donner, à ce sujet,

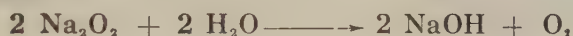
quelques précisions (4) sur ces produits industriels, que l'on trouve actuellement sous deux formes principales :

Oxylithe S : Bi-oxyde de sodium ($\text{Na}_2 \text{O}_2$) activé (par le sulfate de cuivre, etc...) ;

Oxylithe PPS : Pentoxyde de potassium et de sodium ($\text{K}_2 \text{Na O}_5$).

C'est au pentoxyde, présenté en granules jaunâtres qu'il convient de donner la préférence, particulièrement pour la régénération de l'air vicié par la respiration dans les appareils isolants. On l'utilise également en milieu clos au deuxième temps : urgence.

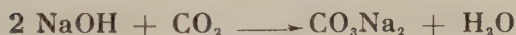
Il est important de noter que le bioxyde de sodium ordinaire ne fournit pas directement de l'oxygène par simple dissolution dans l'eau ; on observe, en effet, dans l'eau refroidie à zéro, la formation d'un hydrate à $8 \text{ H}_2\text{O}$, qui tend à cristalliser, d'où la nécessité de lui adjoindre un catalyseur pour libérer l'oxygène gazeux.



Bioxyde de sodium eau

Soude caustique

Oxygène



Soude caustique Gaz carbonique Carbonate de sodium dissous

Les oxylithes fournies par les alliages potassium-sodium, libèrent directement l'oxygène, et à un taux notablement plus élevé (20 litres au lieu de 15 litres pour 100 grammes).

Enfin, l'expérience montre que la formation de carbonate de sodium hydraté, avec l'oxylithe S, exige que le produit absorbe au moins deux fois son poids d'eau, pour commencer à couler et faciliter la carbonatation.

Au contraire, du fait de la cristallisation sans eau du carbonate de potassium, un excès d'eau est inu-

tile, ce qui rend le dégagement plus facile et plus régulier.

Les produits appelés proxylène (AUER), proxyllithe (DRAEGER), d'origine allemande, sont des hydrates mal définis de bioxyde de sodium, associés à de la soude caustique moins stables et moins riches en oxygène.

Il importe de ne pas confondre l'oxyllithe avec divers produits fournissant également de l'oxygène, tels que :

a) l'*oxygénite*, poudre à base de perchlorate de potassium $KClO_4$, associé à une poudre lentement combustible (charbon, fer pulvérisé) que l'on enflamme avec une allumette tison ; la combustion progressive et sans fumée, a lieu sans flamme et donne, par kilogramme, environ 300 litres d'oxygène (accompagné de gaz CO_2 , dans le cas du charbon) ;

b) l'*épurite*, produit constitué par du chlorure de chaux associé à un catalyseur (sulfate de cuivre ou de fer) dégage de l'oxygène par hydratation (laquelle provoque la décomposition de l'acide hypochloreux formé en premier lieu).

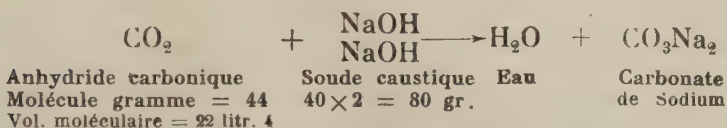
Ces deux produits industriels présentent de l'intérêt comme désinfectants (4).

ABSORPTION DES PRODUITS DE LA RESPIRATION

D'après BROWN-SÉQUARD et d'ARSONVAL, l'air confiné est désagréable et dangereux parce qu'il renfermerait de véritables toxines provenant de la respiration et de l'évaporation des sécrétions normales ou pathologiques de la peau et des muqueuses des occupants, ces toxines rappellent ce que l'on désignait au-

trefois sous le nom de « miasmes ». Ce principe d'une toxine de la respiration émis en 1888 semble devoir être définitivement abandonné.

L'expérience a montré que pratiquement l'eau et les produits excrémentitiels de la respiration sont éliminés lorsque l'air vicié est soumis à des passages successifs sur de la soude caustique. D'après P. BRUÈRE qui a précisé cette question (2), l'équation théorique de la carbonatation étant la suivante :



et pour une capacité pratique d'absorption limitée à environ 0 litre 55 pour 100, il est d'usage depuis longtemps, dans la Marine, notamment, en prévision des plongées sous-marines, de prévoir par heure et par homme un poids de soude caustique voisin de 0 kg. 140.

En adoptant cette quantité, nous aurons pour un personnel P : Soude caustique (prévision horaire) égale 0 kg. 140 $\times$ P.

A titre d'exemple, soit une cave-abri bien close de 400 mètres cubes, qui doit recevoir 120 personnes. Le séjour sera possible sans régénération d'air pendant 2 heures et demi (calculé d'après la formule

$$T = \frac{400}{120} \times \frac{3}{4}$$

Dans cet exemple, il y aurait lieu de prévoir : 0 kg. 140 $\times$ 120 = 16 kg. 800 de soude caustique à mettre en service dans l'appareil de régénération de l'air vicié pour chaque heure de séjour supplémen-

taire au delà du séjour limite de 2 heures 30 ci-dessus calculé.

Il n'est pas sans intérêt de faire observer que ces prévisions ne s'appliquent qu'à des locaux sans appareils ordinaires de chauffage, tels que poêles, cheminées, radiateurs à gaz, et sans moyens ordinaires d'éclairage (bougies, lampes à pétrole, etc.) dont les déchets contribueraient à vicier l'atmosphère.

DEPRESSION ET SUROXYGENATION

Un des principaux inconvénients du *milieu clos* réside dans la nécessité de maintenir la composition de l'air à son taux normal.

Il est à craindre, en effet, que des pertes se produisent par excès de pression dans le cas où le local viendrait à être fissuré, ou ce qui serait tout aussi grave, qu'une dépression, même légère, résultant de l'absorption du gaz carbonique et de la vapeur d'eau, provoque un appel du milieu extérieur.

Le volant initial d'azote (représenté en principe par la formule $0,79 \times M$, dans laquelle M exprime le volume en mètres cubes du local) ne peut que diminuer s'il y a des fuites (par fissurage, perméabilité des parois, etc...).

Or, toute *surpression* provenant d'une distribution d'oxygène tendra, au bout d'une période plus ou moins longue, vers la *suroxygénation*.

Il résulte des travaux de divers auteurs, effectués à la fois sur l'homme et sur les animaux, qu'une teneur de 40 pour 100 d'oxygène (c'est-à-dire 21 au départ et 19 distribués) est pratiquement inoffensive, mais que, d'autre part, notamment chez l'homme, d'après LORAIN-SMITH (1899), des phénomènes graves pouvant aller jusqu'à la mort, résultant de la

suroxygénation, ne s'observent que si l'on dépasse 50 pour 100.

Jusqu'ici, aucune méthode pratique n'a été indiquée à notre connaissance pour apprécier rapidement le seuil de la suroxygénation.

L'étude du besoin d'oxygène, bien que rentrant dans le cadre de la thérapeutique des gazés, ne sera pas abordée ici, pour nous maintenir dans les limites que nous nous sommes imposées.

Il importe, toutefois, d'en signaler, d'après DAUTREBANDE (24), les accidents manifestés par de la congestion pulmonaire et de l'œdème alvéolaire ; phénomènes qui, du reste, ne s'installent pas simultanément.

L'intensité de l'œdème pulmonaire est en raison inverse de l'intensité de la congestion pulmonaire et tend à s'accuser lorsque la congestion est peu marquée.

A noter comme réactif biologique, que la mort ne survient pas tant que le pourcentage d'oxygène ne dépasse pas chez l'homme 50 pour 100.

Les conclusions qui découlent de cet exposé sont les suivantes :

1° Le milieu clos ne convient que dans des circonstances exceptionnelles et auxquelles il y a lieu de se plier : salle d'opérations, impossibilité d'effectuer sous le masque un travail délicat, etc... (1). Il exige :

2° Des possibilités de ravitaillement sûres, rapides et économiques en produits indispensables pour la régénération de l'air (oxygène, alcalis caustiques, peroxydes alcalins).

(1) « Le milieu clos est une forme égoïste de protection, aucune entrée n'étant possible dès que la fermeture hermétique a été réalisée, ce qui rend ce procédé prohibitif pour les abris sanitaires et inhumain pour les abris ordinaires. » (P. BRUÈRE.)

3° Un choix de locaux suffisamment protégés contre les conséquences des bombardements.

4° La possibilité d'assurer les moyens de chauffage, éclairage, d'alimentation, d'évacuation des déchets de la vie, avec le minimum de souillures pour le milieu clos.

CHAPITRE IV

LE MILIEU SURPRESSE

REALISATION

La réalisation du milieu *surpressé* a essentiellement pour base, un appel d'air qui est distribué dans des locaux, pour lesquels l'herméticité n'a pas besoin d'être absolue comme dans le cas du milieu clos.

Ce qu'il importe, en effet, avant tout, c'est que la pression de l'air dans les locaux, soit positive par rapport à celle du milieu extérieur.

Pour arriver à ce résultat, deux solutions ont été envisagées (3) :

1° *Captation d'air à grande distance*, qui est une idée séduisante préconisée par le Dr G. ROSENTHAL (29), malheureusement, de même que l'alimentation en eau des grandes villes, elle est solidaire du fonctionnement de machines, dont l'arrêt brusque aurait des conséquences catastrophiques.

2° *Captation d'air indépendante, réalisable* :

a) soit en hauteur, 20 mètres au minimum, à l'aide de cheminées ou de tuyaux, de façon à puiser l'air au-dessus de la nappe infectée ;

b) soit au niveau du local, mais après un passage de prudence dans un dispositif épurateur.

Quel que soit le procédé employé, il importe que les appareils aient leur rendement maximum limité

à la possibilité de leur fonctionnement par manivelle ou pédalier, en cas de carence, du secteur électrique.

Nous allons examiner successivement ces diverses solutions, en insistant plus particulièrement sur celles qui paraissent susceptibles de présenter un intérêt pratique.

La distribution d'air dans les locaux a été indiquée par BARTMANN (1), sous une forme plus originale que pratiquement réalisable. Cet auteur, en effet, a proposé un véritable balayage de l'air des appartements en utilisant la tuyauterie du gaz d'éclairage, qui serait préalablement refoulé dans les conduites de l'évier.

Inutile d'ajouter que ce procédé n'a pas semblé jusqu'ici devoir être retenu.

Les captations d'air indépendantes exigent l'emploi de dispositifs pour lesquels il s'impose de prévoir des coffres de filtration (11), de façon à pouvoir appliquer à la protection collective, les progrès réalisés dans la protection individuelle, par les cartouches et les bidons filtrants.

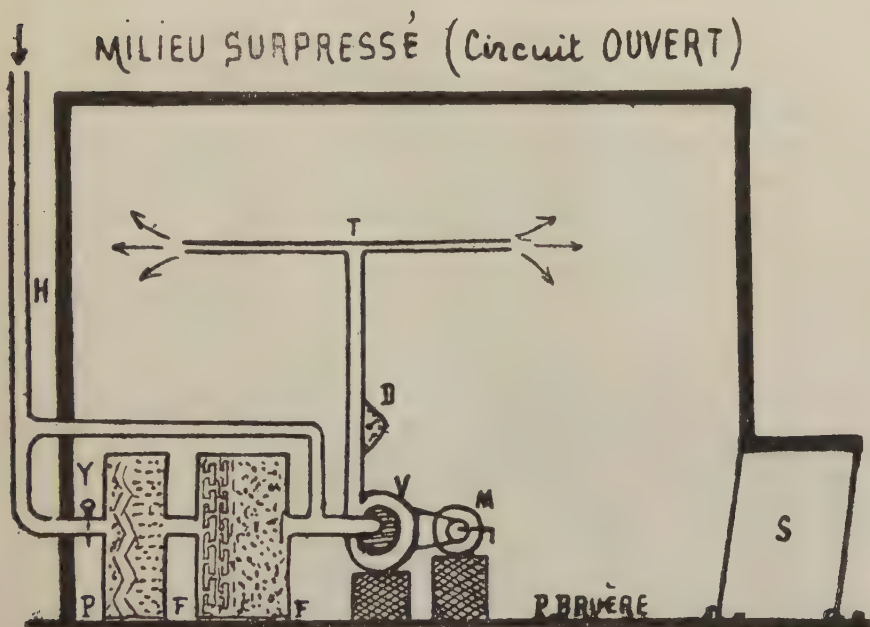
ENSEMBLES FILTRANTS (11)

Aux termes du titre III de la Notice (2) du 4 février 1936 « on désigne sous le nom d'*ensemble filtrant*, la réunion d'un *ventilateur*, d'un *filtre efficace contre les gaz* de combat connus (sauf l'oxyde de carbone et d'un *préfiltre* assurant la protection du filtre contre les grosses poussières. »

(1) *Science et la Vie*, janvier 1931.

(2) Agrément par les services techniques de la guerre des matériels de protection contre les gaz de combat (Lavauzelle, Paris) 1936.

Il est recommandé de placer le filtre (F) dans le local à protéger et de le brancher sur le circuit d'aspiration du ventilateur (V) ; le préfixe (P) doit être démontable.



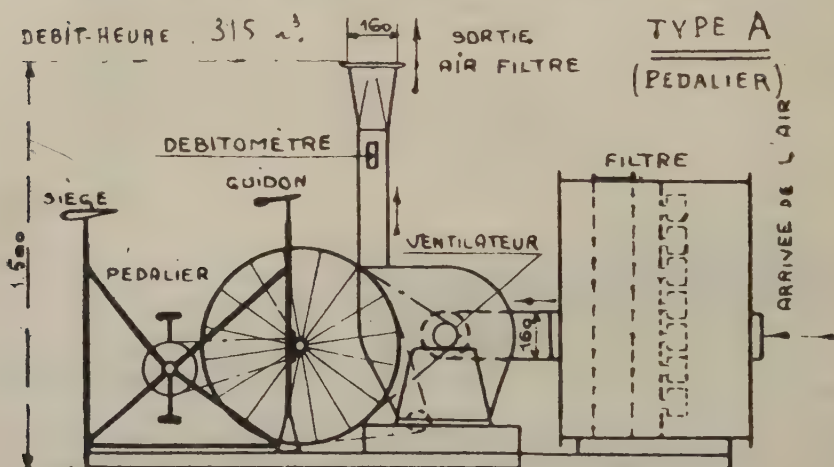
Les ensembles-filtrants sont agréés par les services techniques du Ministère de la guerre pour un débit-heure nominal maximum, contrôlable par un *débitomètre*, obligatoirement placé en évidence sur le tuyau de distribution de l'appareil et que l'on ne doit pas dépasser.

Les débits normaux ont été choisis dans la *Série Renard primaire* et évalués en mètres cubes et par heure : 25, 32, 40, 50, 63, 80, 100, 125, 160, 250, 315, 400, 500, 630, 800, 1.000, etc...

Deux catégories, A et B, d'appareils sont prévues et basées d'une part sur le débit nominal, inférieur ou supérieur à 1.000 mètres cubes heure, et, d'autre

part, sur la possibilité de maintenir les débits — en cas de carence de l'énergie électrique — soit par des moyens mécaniques de secours (manivelle, pédalier, levier), soit par un groupe électrogène ou un moteur auxiliaire à combustion interne.

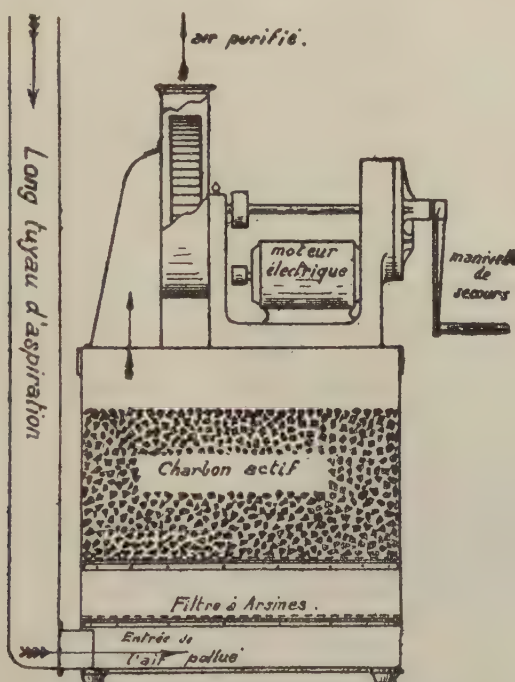
Appareils de la catégorie « A ». — Débit nominal inférieur à 1.000 mètres cubes heure susceptible d'être maintenu par un ou plusieurs hommes sans fatigue excessive, pendant une demi-heure sans arrêt (quel que soit l'état d'avancement du colmatage par le mélange fumigène et les grosses poussières).



ENSEMBLE FILTRANT AGRÉÉ, CONFORME À LA CIRCULAIRE DU 29 AVRIL 1935. (LETRE D'AGREEMENT N° 22.674 1/12 DU 9 AOUT 1935)

Pour les postes de secours sous abri de la région parisienne (9) le choix s'est arrêté jusqu'ici sur les modèles avec pédalier de secours (montage de bicyclette avec selle et roue munie d'une courroie qui actionne le ventilateur), débit-heure de 315 mètres cubes (maximum contrôlable au débitomètre (D) pour les

appareils simples et 630 pour les appareils doubles le plus généralement adoptés (1).



Ensemble filtrant agréé (D. A. T. Z)
à manivelle de secours.

Appareils de la catégorie « B ». — Débit nominal égal ou supérieur à 1.000 mètres cubes-heure dont le fonctionnement doit pouvoir être assuré, en cas d'interruption du service des réseaux de distribution d'énergie électrique, par une source auxiliaire facile à mettre en action. —

Il existe actuellement à Paris des abris ordinaires prévus pour la population civile (aménagement du

(1) Types : Nessi (315 et 630 m₃); Leau (315 m³); Alfa-Aérie et Gip (250 m³), etc.

Métro : place des Fêtes, Maison-Blanche, etc.) et à destination spéciale (salle souterraine aux 750 colonnes en ciment armé de la B. F.) où le débit-heure des appareils atteint plusieurs milliers de mètres cubes (2 groupes de 3.500 à 5.000).

Préfiltres. — On utilise pour leur fabrication des matières poreuses comme le coke, la ponce, etc., ainsi que des lames de choc disposées en chicane et enduites d'un liquide visqueux. En principe l'usage du préfiltre s'impose pour maintenir les filtres en puissance et retarder leur colmatage, d'où l'intérêt de les rendre amovibles pour nettoyage ou remplacement des charges.

Filtres et durée d'efficacité. — Dans la construction des filtres, pour les ensembles filtrants, on utilise les mêmes matières fixatrices que dans le cas des cartouches de masques filtrants, c'est-à-dire du *charbon activé* pour retenir les gaz et vapeurs, dont l'action est complétée par des dispositifs *contre arsines pulvérulentes* (du type Adamsit ou D. M.) Diphényl-amino-chlor-arsine) en papier *d'alfa* diversement imprégné, de bourres et des feutrages en laine ou soie colmatés par des résinates, etc...

La charge moyenne est de 75 litres de *charbon activé* pour un débit-heure de 315 mètres cubes.

Les dispositifs contre arsines sont généralement établis sous forme de boîtes cylindriques que l'on visse à volonté sur un diaphragme ajouré et calculées pour un débit-heure de 10 mètres cubes par unité (2) ou plus élevé (3).

Aux termes de la notice précitée, on appelle *durée*

(2) Du type Poëلمان-Schneider (agréé en déc. 1935) avec papier d'alfa.

(3) R. de Magondeaux avec filtre en feutre (colmaté contre arsines et huiles nébulisées) pour 40 m³-heure.

d'efficacité normale, la protection efficace contre les gaz de combat obtenue dans les conditions minimales suivantes :

a) Conditions atmosphériques extérieures :

Température comprise entre -15° et $+30^{\circ}$.

Pression barométrique oscillant de 730 à 770 cm³.

Degré hygrométrique compris entre 40 et 100 p. 100.

b) Pollution de l'atmosphère, pour une durée d'efficacité de 4 heures au moins, pour le débit nominal annoncé.

N° 1. — Phosgène à 2 gr. par mètre cube.

N° 2. — Chloropicrine à 3 gr. par mètre cube.

N° 3. — Arsines pulvérulentes pures à 100 mg. par mètre cube (remplaçables pratiquement par du bleu de méthylène à 200 mgr. par mètre cube).

N° 4. — Grosses poussières à 0 gr. 1 par mètre cube.

Au cours des essais d'efficacité la perte de charge (du fait du colmatage par les produits n°s 3 et 4) dans l'ensemble (préfiltre + filtres) ne devra pas augmenter de plus de 50 p. 100).

Nous renvoyons à la notice pour les conditions secondaires à réaliser (conservation du matériel à l'humidité, robustesse, facilité du maniement, etc.).

CHAPITRE V

LE MILIEU SURPRESSE EMPLOI DE L'AIR COMPRIME

La possibilité de substituer aux ensembles filtrants (qui assurent la ventilation par appel de l'air extérieur avec filtration facultative) une détente d'air comprimé, a fait l'objet d'une étude d'ensemble de MM. C. COT et J. DEMESSE (22). Ces auteurs apprécient « qu'il suffit d'établir un circuit ouvert, d'un débit ralenti mais suffisant, pour fournir une quantité d'environ 300 à 500 litres-heure d'air par personne, capable de maintenir la concentration de l'oxygène à un taux très acceptable ». Ils envisagent l'emploi d'une soupape pour permettre par échappement extérieur de maintenir la légère surpression nécessaire dans l'abri. Ils estiment que parmi les avantages de ce système le plus important est celui qui remédie aux difficultés d'approvisionnement en oxygène des usines qui, en temps de guerre, seraient certainement débordées, et que, malgré le triple jeu des récipients nécessaires pour assurer leur remplissage, il y aurait une économie appréciable si des bouteilles pouvaient être remplies sur place — en l'absence des attaques aériennes — par l'intermédiaire d'un compresseur.

Enfin, ils y voient également une économie de matières filtrantes dont le remplacement serait certainement très onéreux en période de guerre.

Notons, comme le signale cette étude, que l'air comprimé est également applicable dans le cas du milieu clos, sous réserve d'une absorption méthodique du gaz carbonique par des charges de chaux sodée.

MATIERES FILTRANTES

Charbon actif

Les propriétés du charbon actif comme absorbant des odeurs, par conséquent des gaz, et comme décolorant, sont connues depuis très longtemps (1).

SCHEELE, dès 1777, avait noté ces propriétés; aussi les applications du charbon sont multiples dans de nombreuses industries (débenzolage du gaz d'éclairage, industries sucrières, etc.). Depuis la dernière guerre où l'emploi du charbon a été mis à contribution pour garnir les cartouches de masque, l'industrie fait un large emploi du charbon (d'origine végétale) préparé dans des conditions spéciales sous le nom de *charbon actif ou activé*.

Les procédés actuellement connus pour l'activation du charbon sont très nombreux; nous n'en retiendrons que quelques-uns. Le charbon allemand Bayer se prépare par calcination du charbon de bois préalablement imbibé d'une solution de chlorure de zinc.

Le charbon américain est obtenu en faisant agir sur du charbon (préparé par calcination ménagée de noix de coco) de la vapeur d'eau surchauffée.

Le procédé de MEISTER LUCIUS consiste dans l'acti-

(1) L'usine de Nanterre fabrique une demi-tonne de charbon par jour d'une activité particulièrement élevée.

vation du charbon ordinaire par l'action à chaud du chlore, de l'acide chlorhydrique, de l'acide sulfurique ou de l'acide phosphorique. Ce dernier procédé est également celui de Ed. URBAIN (1).

Nous empruntons au Docteur CAMBIER (21) la documentation suivante :

Voici en quoi consiste cette activité particulière du charbon. Disposons dans un tube en verre une petite quantité de charbon et dirigeons-y un courant d'air saturé de vapeur de benzène par barbotage dans ce liquide. Nous constatons que l'air sort du tube débarrassé de toute odeur de benzène et, si nous prolongeons quelque peu la durée du passage de l'air, nous constatons que le charbon s'échauffe de manière très sensible. La zone annulaire chaude que nous apercevons au point d'entrée de l'air chargé de benzène va se propager peu à peu jusqu'à l'autre extrémité du tube ; à ce moment, le charbon aura atteint ce qu'il est convenu d'appeler son point de rupture, son « break point », il commencera alors à ne plus condenser entièrement la vapeur absorbable contenue dans l'air et celui-ci sortira, de plus en plus odorant, jusqu'à ce que, finalement, sa teneur en vapeur de benzène soit égale à la teneur de l'air entrant dans le tube. A ce moment où l'équilibre est obtenu, le charbon sera saturé dans les conditions de l'expérience.

Les mêmes phénomènes s'observent, mais à des degrés variables, quels que soient le gaz ou la vapeur considérés. Ils sont régis grosso modo par les lois générales de l'absorption par les corps poreux et, si la concentration de la vapeur condensable dans l'air n'est pas trop grande, la formule de Freundlich leur est applicable ; la concentration de la substance absorbée dans le charbon est fonction de la concentration de cette substance dans le milieu ambiant à une température déterminée pour un charbon donné.

D'une façon générale, on peut encore énoncer les deux lois suivantes :

1° *Un corps sera d'autant mieux absorbé par le charbon qu'il sera plus près de son point de liquéfaction. Ce*

sera donc ce qu'on est convenu d'appeler les vapeurs qui seront le mieux fixées par le charbon actif.

2° Un corps est d'autant mieux fixé par le charbon que sa chaleur d'absorption sera elle-même plus grande.

Cette chaleur d'absorption peut être considérable et serait, dans certains cas, supérieure à la chaleur de vaporisation augmentée de la chaleur de fusion du corps considéré.

Voici quelques chiffres (en calories) :

Acétate d'amyle	6.141
Ether	5.417
Acétate d'éthyle	4.668
Chlorobenzène	4.588
Toluène	4.230
Chloroforme	3.768
Sulfure de carbone	3.552
Benzène	3.250
Alcool éthylique	2.855
Aniline	2.632
Eau	400

Tous les corps de ce tableau tendent, en somme, à se remplacer les uns les autres dans l'ordre indiqué, chacun d'eux absorbé par le charbon, tend à être chassé par ceux qui le précèdent. De tous les corps, c'est l'eau qui présente la moindre chaleur d'absorption, le charbon est donc un médiocre absorbant de la vapeur d'eau.

L'absorption des gaz ou des vapeurs par le charbon est influencé par de nombreux facteurs : concentration, température, etc. Elle est quelque peu assimilable aux réactions réversibles et la loi d'action des masses intervient. C'est ainsi qu'un corps très absorbable, comme l'acétate d'amyle, fixé en quantité déterminée sur du charbon, pourra être remis entièrement en liberté sous l'action d'un courant de vapeur d'eau longtemps prolongé ou par l'action du vide ou par la chaleur seule. Les lois de l'absorption des vapeurs par le charbon sont donc loin d'être aussi simples qu'on pourrait le supposer.

On n'est pas très fixé non plus sur le mécanisme de cette absorption. De par le mode de préparation, le charbon actif est un corps poreux parcouru dans toute sa

masse par une infinité de canaux capillaires et la surface développée de ce réseau capillaire est entrêmement considérable.

On peut supposer que la vapeur du corps absorbable chemine dans cet immense réseau capillaire, et se trouve amenée dans le champ d'attraction des molécules du charbon ; elle subit alors une compression extrêmement élevée qu'on évalue à plusieurs milliers d'atmosphères, provoquant le rapprochement des molécules de la vapeur et la liquéfaction de celle-ci, d'où le fort dégagement de chaleur observé pendant l'absorption. Par des mesures directes, le Professeur MECKLEMBOURG a reconnu que les capillaires d'un diamètre de 100 millimicrons ne condensent rien ; que, pour des capillaires de 2 à 100 millimicrons, la condensation était fonction de la concentration de la vapeur dans la phase gazeuse et que, pour des capillaires de moins de 2 millimicrons, la vapeur était condensée, quelque que faible que fut sa concentration dans le gaz qui la contient.

Cette théorie explique pourquoi des charbons fabriqués avec des bois durs, le charbon de coco, par exemple, dont les pores sont très fins, sont plus actifs que ceux provenant de bois tendres.

Il y a d'autres causes qui agissent dans le mécanisme de l'absorption, notamment la nature des parois des capillaires, les particules de carbone qui les constituent affectent plusieurs états allotropiques, les particules de nature graphitique n'absorbent rien ; seules, les particules de carbone amorphes α seraient agissantes, mais elles peuvent d'ailleurs se transformer en particules β sous l'action de la très haute température ou d'autres causes diverses qui provoquent la désactivation du charbon.

Peut-être le mode de groupement des particules de carbone actif, analogue à la structure réticulaire des cristaux mise en évidence par les rayons X, doit-il être invoqué pour expliquer le mécanisme de l'activité.

Toutes ces considérations sont très importantes, car, de la connaissance exacte de ce mécanisme de l'absorp-

tion dériveront les méthodes les plus rationnelles de fabrication du charbon actif.

Le *pouvoir absorbant A* d'un charbon actif est le poids de substance absorbée par 100 grammes du charbon considéré dans des conditions déterminées. Pour déterminer directement A dans le cas d'un charbon destiné à l'absorption des vapeurs, on fait passer sur un poids connu de ce charbon de l'air chargé de 30 grammes de benzène par mètre cube jusqu'à ce qu'il n'augmente plus de poids. Un bon charbon actif est capable de fixer ainsi 35 à 40 pour 100 de son poids de benzène.

Si l'on veut obtenir la *mesure de l'activité en volume DA*, il suffit de multiplier le chiffre représentant l'activité en poids par la densité apparente du charbon. (Cette densité apparente est voisine de 0,3 alors que la densité absolue doit être très voisine de celle du graphite pur, 2,2).

MATIERES FILTRANTES ET ABSORBANTES

Les matières filtrantes qui sont à la base de la fabrication des filtres, pour très fines poussières, de la catégorie des arsines pulvérulentes (adamsit), sont le *papier d'alfa*, les *bourres* et *feutrages* de substances animales, végétales et minérales.

Pour les dispositifs contre arsines des cartouches de masques et depuis, pour les filtres des ensembles filtrants, on n'utilise plus actuellement que deux sortes de matières : le papier d'alfa et la laine, employée soit en bourre, soit après feutrage; dans tous les cas, un colmatage, généralement effectué à l'aide de savon de résine, est nécessaire pour donner à la masse filtrante un maximum de sécurité.

En ce qui concerne les filtres en papier d'alfa, on utilise un papier dont le colmatage est effectué soit après la fabrication du filtre (type Fernez ancien,

Poëلمان-Schneider, etc.), soit dans la pâte même (type Fernez nouveau signalé comme offrant une meilleure résistance à la dépression en présence des vapeurs de paraffine).

Après le papier, il a été proposé des bourres de laine qui ont été avantageusement remplacées par des feutres type Magondeaux, et qui offrent le double avantage de présenter après colmatage de ne pas être influencés au contact de l'eau, c'est-à-dire aucun risque de perforation ou d'imbibition.

Le carbagel (1) est une substance qui présente l'aspect granulé du charbon actif, mais de coloration grisâtre et que l'on utilise pour la *dessiccation* et le *conditionnement* de l'air en raison de sa puissance fixatrice élevée vis-à-vis de l'humidité.

Ce produit renferme environ 60 p. 100 de *matières minérales* et 40 p. 100 de *carbone*; il est d'excellente conservation et pratiquement incombustible.

Le carbagel est susceptible d'absorber jusqu'à 100 pour 100 de son poids d'eau; tout comme le gel de silice, le carbagel se régénère indéfiniment, même en ne le chauffant qu'au-dessous de 100° (vapeur d'échappement).

Ce produit s'utilise en toutes grosseurs de grains, depuis le plus fin (8/16 des charbons de cartouches filtrantes) jusqu'à la grosseur d'une noix, ce qui permet de réaliser des hauteurs massives en évitant une perte de charge coûteuse.

Les filtrations et les absorptions dont nous venons d'envisager les possibilités de réalisation sont basées sur des phénomènes physiques de fixation des gaz, vapeurs ou particules liquides.

Le résultat peut être obtenu également par des réac-

(1) Nom déposé par La GIP, 155, bd Malesherbes, Paris.

tions physico-chimiques et chimiques, dont nous allons envisager les principales :

a) Par barbotage dans la vapeur d'eau, un gaz comme l'oxychlorure de carbone ou phosgène COCl_2 se décompose en gaz carbonique et acide chlorhydrique, qu'il est facile de fixer par un alcali (soude caustique, chaux sodée, etc...)

Dans les mêmes conditions, les vapeurs ou les particules liquides du sulfure d'éthyle dichloré ou ypérite, s'hydrolysent en thio-diglycol et acide chlorhydrique que les alcalins fixent dans les mêmes conditions.

b) On peut fixer par réaction chimique un gaz insidieux (parce qu'inodore) tel que l'oxyde de carbone, soit :

1° En le faisant barboter dans une solution iodico-sulfurique renfermant pour un litre de ponce granulée sèche, 60 centimètres cubes d'acide sulfurique et 120 grammes d'anhydride iodique.

2° Soit par l'emploi d'un catalyseur appelé « Hopcalite », qui transforme l'oxyde de carbone en gaz carbonique, mais sous réserve que le milieu ne soit pas humide.

L'hopcalite est un mélange d'oxydes en proportions diverses, dont la formule moyenne est la suivante :

Bi-oxyde de manganèse	50	p. 100
Oxyde de cuivre	30	»
Oxyde de cobalt	15	»
Oxyde d'argent	5	»

Généralement les filtres sont construits avec une première couche de substance desséchante et sont complétés par une couche finale d'un produit avertisseur, tel que le carbure de calcium, qui donne de l'acétylène au contact de l'humidité.

Le prix élevé des matières premières et les difficultés d'emploi de ces deux derniers types de réactifs, n'a pas permis jusqu'ici leur généralisation à la protection collective.

CHAPITRE VI

FILTRATION D'AIR PAR LE SOL

Il résulte d'essais en cours et inédits de M. le Professeur TANON et de son collaborateur, M. P. BRUÈRE, que l'appel d'air puisé directement dans le sol au-dessus d'une excavation dont la profondeur ne dépasse pas pratiquement quelques mètres (compte tenu de la nature du sous-sol : canalisations, humus, terre meuble ou rocailleuse, etc.) est susceptible de fournir un appoint intéressant d'air pour la ventilation des abris. En effet, dans des conditions particulièrement défavorables, avec prise d'air dans les sous-sols de la Faculté de Médecine de Paris, l'installation par MM. LEAU et SIRETTA (1) qui ont signalé l'intérêt de cette méthode appliquée avec succès dans une cave-abris ventilée par ce procédé, a fourni très rapidement un air qui répondait aux exigences normales de la respiration, c'est-à-dire :

a) proportions en volume d'oxygène et d'azote très voisines de 21 et 79 pour cent;

b) traces indosables d'oxyde de carbone avec proportion de gaz carbonique inférieure à 0,5 pour cent;

c) variation faible de la coloration jaune de (pH=6) par l'indicateur spectral (Bruère) pour contrôle de la réaction vraie du milieu;

d) absence de bases ammoniacales ou aminées dans

(1) Constructeurs de l'ensemble-filtrant DAT-Z, r. Bertrand, Paris.

le liquide neutre (eau distillée stérilisée ajustée au $\text{pH} = 7$) après barbotage d'une heure de l'air distribué dans l'abri et prélevé dans le sol.

e) absence de virage des papiers réactifs préalablement humectés utilisés pour détecter les halogènes (type chlore), l'acide cyanhydrique, l'hydrogène sulfuré et parallèlement l'oxyde de carbone (détectable seulement par la méthode spectroscopique au sang). Il ressort de ces premiers essais :

1° qu'un concours important à l'appel d'air par ensembles filtrants peut être obtenu par ce procédé en cas de déficience ou même de carence des appareils.

2° Que dans tous les cas cette méthode, comme d'ailleurs tous les procédés qui font appel à la filtration, doit faire l'objet d'une surveillance périodique par des réactions de détection.

Ventilation forcée. — Lorsque l'état des parois des locaux où s'effectue un appel d'air par un ensemble filtrant, ne permet pas d'atteindre au manomètre incliné, les 5 millimètres de dénivèlement appréciés comme un minimum pour une étanchéité de sécurité, on se trouve dans les conditions déjà très appréciables d'une « ventilation forcée ». C'est le cas également lorsque le débit-heure des ventilateurs est à peine supérieur au volume des locaux.

Dans les abris sanitaires de la Seine où les appareils de ventilation ont un débit de cet ordre, des mesures ont été prises pour que le soufflage puisse s'exercer à volonté, par des clefs, vers le « sas » d'entrée avec un rendement maximum; cette installation est beaucoup moins onéreuse que celle qui serait nécessaire pour osciller au minimum entre 5 et 10 millimètres de surpression et jugée comme pratiquement suffisante, pour les opérations sanitaires de triage généralement effectuées par un personnel revêtu de vêtements protecteurs et, s'il y a lieu, d'appareils isolants.

DEUXIEME PARTIE

CHAPITRE PREMIER

ABRIS ORDINAIRES

ETUDE CONCRETE ET PRATIQUE DES PRINCIPAUX TYPES D'ABRIS

Aux termes de l'annexe 4 de l'instruction pratique sur la défense passive contre les attaques aériennes du 25 mars 1931 :

« Les abris seront organisés en vue de la protection
« contre les diverses formes du danger aérien : explo-
« sif, toxique, incendiaire. »

Nous n'avons pas à envisager ici les mesures concernant la discipline, la reconnaissance et le classement des divers locaux susceptibles d'être utilisés comme abri ; nous nous attacherons surtout à mettre en relief les *conditions d'aménagement en plaçant constamment au premier plan les préoccupations imposées par l'hygiène*, que les pollutions soient le fait de la guerre aérienne (chimique ou bactériologique) et de la vie en milieu confiné de collectivités, le plus souvent dépourvues du plus élémentaire confort.

La notice précitée indique que doivent seuls être classés comme abris :

« Les locaux qui, dans leur état actuel ou après
« des travaux peu importants, pourraient protéger
« leurs occupants :

« a) contre une bombe de moyen calibre (100 kgs
« minimum) ;

« b) contre une atmosphère toxique pendant 3 heu-
« res au minimum.

« Les locaux présentant des garanties moindres ne
« devront pas être rejetés d'une façon absolue, mais
« classés comme « abris provisoires », leur utilisation
« devra être prévue en attendant que d'autres solu-
« tions (abris nouveaux, tranchées) aient pu interve-
« nir. »

A cette classification, il y a lieu d'ajouter les locaux dont l'aménagement permettra de donner les soins sanitaires au premier degré d'urgence (postes de secours et abris sanitaires proprement dits), ainsi que toutes prévisions pour les soins au second degré (super-abri sanitaire) du ressort du service hospitalier.

CONDITIONS D'AMENAGEMENT D'UN ABRI ORDINAIRE

Les données précédentes concernant l'acte respiratoire accompli en *milieu clos* ou en milieu avec *ventilation forcée*, avec accentuation jusqu'à la *surpression*, nous permettent d'envisager la possibilité de réalisation suivant le but poursuivi : protection simple de collectivités en dehors de toute nécessité de travail, abris sanitaires ou aménagés pour permettre de ne pas interrompre un travail imposé.

Dans l'aménagement d'un *abri*, il y a lieu d'envisager deux cas, suivant que les locaux à occuper ont été construits en vue de cette affectation spéciale, ou qu'il

y a lieu, le plus souvent au contraire, de procéder à leur adaptation, en tirant un parti maximum des ressources existantes. Dans tous les cas, la question de l'entrée et de la sortie de l'abri devra satisfaire à certaines conditions dont une est fondamentale :

Entrée et sortis distinctes et aussi *éloignées* que possible l'une de l'autre.

Par prudence, des outils tels que pioches et pelles, seront placées dans l'abri.

Les issues destinées à rester en service (cas des retardataires et surtout abris-sanitaires) seront pourvues d'un « sas » constitué par un couloir fermé par deux rideaux. On utilisera à cet effet, soit des stores, soit des toiles pendantes souples, lamées horizontalement et autant que possible imperméables. Dans les postes de secours, on donne au sas une longueur de 3 mètres au moins, ce qui permet de passer un brancard sans soulever en même temps les deux rideaux.

Le bas du rideau est lesté; il repose sur le sol où il est maintenu s'il y a lieu par des sacs de sable.

A défaut de rideau-store, un dispositif moins efficace peut être improvisé avec deux toiles pendantes, dont les bords se recouvrent largement. Dans les deux cas les rideaux doivent s'ouvrir vers l'intérieur de l'abri et reposer sur les côtés inclinés du chambranle des portes.

Quand on dispose de l'espace, et des matériaux nécessaires, on peut protéger le rideau extérieur par un troisième rideau constitué par une tenture en matériaux de fortune et qui amortira éventuellement l'effet dit de souffle.

La préférence sera donnée aux tissus qui répondent aux trois conditions principales suivantes :

- a) *imperméabilité*, facteur de sécurité, mais qui n'est pas absolu avec le milieu surpressé;
- b) *ignifugation*, facteur de prudence qui n'est pas indispensable;

c) *l'imputrescibilité*, qui ne s'impose que pour les caves et les locaux humides.

L'aménagement proprement dit, en dehors de toute mise en place des appareils pour régénération ou renouvellement de l'air, comprendra toutes commodités qui pourront du reste être réduites au minimum suivant les circonstances et les ressources de l'immeuble dont dépendra l'abri : sièges, tables, armoires ou coffres pour réserves alimentaires ou d'effets, etc...

Moyens de chauffage et d'éclairage

A ce sujet, pour un abri simple et suivant le climat et la saison, on utilisera les vêtements chauds et les couvertures.

D'autre part, on ne perdra pas de vue que les foyers à combustion directe (bois, charbon, gaz), ainsi que les moyens primitifs d'éclairage (bougies, lampes à essence ou à pétrole) consomment de l'oxygène et rejettent du gaz carbonique; en conséquence les lampes électriques sont particulièrement indiquées.

Pour des séjours prolongés, deux causes importantes de viciation de l'air sont à mettre en relief :

a) La préparation des aliments.

b) L'évacuation des déchets excrémentitiels de la vie animale.

Préparation des aliments. — Outre la combustion par le charbon ou le gaz d'éclairage, éviter toute pollution de l'atmosphère par : odeur, vapeur d'eau, fumées de combustion des graisses, etc., en faisant un large appel à la cuisson par les marmites portatives du type auto-thermos. Rappelons que celles-ci reposent en principe sur l'utilisation d'un petit autoclave dans lequel on peut maintenir à une température de cuisson pendant plusieurs heures, de la viande, des légumes, etc..., après un chauffage initial dès le début de l'alerte.

CONDITIONS RATIONNELLES D'OCCUPATION D'UN ABRI

« Un abri devra être occupé en fonction de sa proximité et de sa capacité » (14). En cas d'alerte, il s'imposera, en effet, de rejoindre dans le plus bref délai, l'abri le plus proche.

C'est au chef d'abri qu'incombera le soin d'apprécier dans quelles limites il lui sera possible de recevoir les retardataires et les personnes en surnombre.

La surface utile d'occupation oscille pratiquement entre un et deux mètres carrés par personne; connaissant d'autre part la hauteur du local, il est possible de calculer rapidement le temps de séjour-limite.

Nous avons déjà montré que celui-ci oscille entre un premier temps qui correspond au seuil physiologique et un second temps (double du premier) au bout duquel il est nécessaire d'effectuer la régénération de l'air si les occupants sont en milieu clos. (V. page 5).

Ainsi par exemple, soit un abri collectif aménagé pour recueillir 100 à 200 personnes, ayant comme surface utile (répartie en quatre pièces cloisonnées) : $50 \text{ m.} \times 40 \text{ m.} = 200 \text{ mètres carrés.}$

Pour une hauteur de 3 mètres, nous aurons comme volume d'air : $200 \times 3 = 600 \text{ mètres cubes.}$

Le *seuil d'euphorie* sera atteint au bout de :

$$T = \frac{V}{N} \times 0,75 \text{ soit } \frac{600}{150} \times 0,75 = 3 \text{ heures,}$$

et ce n'est pratiquement qu'au bout de :

$T \times 2 = 6 \text{ heures}$ qu'il sera nécessaire de procéder à la régénération de l'air.

PROTECTION COLLECTIVE DANS LE CADRE FAMILIAL

Toutes précautions prises contre le péril incendiaire (5), le milieu surpressé avec ses moyens simples de ventilation, adaptables aux exigences de la défense contre le péril chimique, serait facilement réalisable dans le cadre familial, en attendant que les pouvoirs publics le prévoient, par groupes d'immeubles, et d'après un plan d'ensemble.

Ainsi en cas d'alerte (12) au lieu de l'affolement que ne manquerait pas de provoquer l'appel des sirènes, avec pour point de direction instinctif : la cave. chaque chef de famille devra procéder avec calme aux mesures suivantes :

1) Calfeutrage de toutes les issues, obtenu en disposant des couvertures entre les volets solidement fermés et les vitres pour éviter le soufflage et les effets brisants par engins explosifs.

Des papiers résistants seront collés sur les vitres pour éviter, dans les cas extrêmes, d'être mis trop brutalement en contact avec l'air extérieur.

Les ensembles filtrants seront installés dans la pièce refuge (18) de l'appartement la mieux protégée et qui est en général la moins bien aérée.

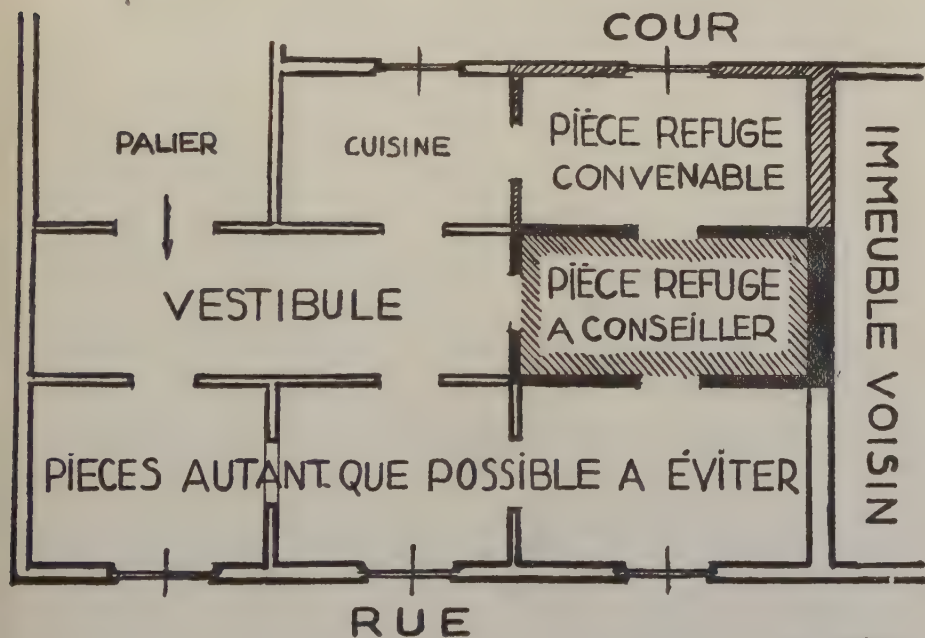
2) Dans les pièces susceptibles de subir la surprise seront groupées des réserves alimentaires périssables, et du matériel indispensable aux occupants (vêtements, matériel de cuisine, etc.).

Il ne faudra pas oublier qu'après une attaque sévère, les lieux insuffisamment protégés pourront être pollués par des poussières d'arsines ou de fines particules d'ypérite, etc. A ce sujet, nous remarquerons que la protection collective d'une ville conduirait à quitter des locaux non protégés, et par conséquent,

non susceptibles d'être réhabités avec sécurité. D'où la nécessité d'assurer dans les abris (pour une durée de séjour impossible à fixer) les besoins impérieux des occupants — respiration, couchage, évacuation des déchets — toutes exigences qu'il n'est pas possible d'envisager sur une large échelle (13).

C'est pourquoi le repliement méthodique de la population passive ne pourra vraisemblablement se produire avec un rendement utile qu'en cas de conflit déclaré; en conséquence, seul le milieu surpréssé pourra permettre d'affronter, avec le minimum de risques, une agression aéro-chimique brusquée.

Un des avantages du milieu surpréssé, que nous citerons pour terminer, est qu'il n'exige pas la fermeture absolue de toutes les issues; il est même indispensable au contraire que des pertes de charges puissent se produire vers l'extérieur, pour qu'un balayage du milieu intérieur s'effectue sous l'influence de la surpression (7).



(P. BRUÈRE).

CHAPITRE II

ABRIS SANITAIRES PERMANENTS ET IMPROVISES

PLAN SANITAIRE DE PROTECTION

La guerre aérienne, contre laquelle il importe de se prémunir, expose la population civile à des agressions brusques, effectuées par l'adversaire dans un but d'intimidation ou démoralisateur. Il est indispensable, en conséquence, qu'une tactique sanitaire, avertie et prévoyante, permette de venir en aide d'extrême urgence, aux accidentés par engins explosifs, incendiaires et toxiques. (Médecin Général Inspecteur SIEUR.) (8)

Il importe, en conséquence, que les abris sanitaires de toutes catégories, appelés à fonctionner avant toute déclaration de guerre, soient pourvus du minimum de moyens matériels pour permettre de faire face d'urgence aux besoins imposés par les circonstances.

Dans une étude d'ensemble (9), concernant cette question, le colonel BRUÈRE a nettement concrétisé les prévisions destinées à faire face aux éventualités des attaques brusquées et des attaques massives et répétées.

Selon cet auteur, le plan sanitaire de protection doit comprendre :

1° *Des hôpitaux importants*, choisis de préférence en dehors des fortes agglomérations, et pourvus de

moyens de protection indispensables pour pouvoir recueillir, avec sécurité, les accidentés (blessés, gazés ou brûlés) évacués des abris sanitaires (où ils auront reçu les premiers secours).

2° *Des abris sanitaires*, constitués en principe par l'accolement d'un poste de secours et de triage et d'un poste de lavage, désinfection et désimprégnation toxique.

3° *Des véhicules* destinés à transporter les accidentés de la rue et aptes à fonctionner avec ou sans remorque sanitaire, comme postes de secours mobiles.

4° *Des relais-secours*, à multiplier suivant les besoins et à installer dans des *garages*, qui serviront en même temps à remiser les postes de secours mobiles; on évitera ainsi la dispersion du personnel et du matériel, dont la répartition pourra être assurée d'urgence sur les points sinistrés.

Ces relais-secours devraient être équipés dès le temps de paix pour remplir le rôle de *refuges-respiratoires* suivant l'heureuse expression de M. le Professeur JOANNON.

Les exercices sanitaires effectués à Paris en octobre 1936 ont nettement mis en relief qu'une *décentralisation* était nécessaire pour éviter l'embouteillage de l'abri sanitaire et qu'une *police sévère* à l'entrée du poste s'imposait dans le même but.

En outre une défense passive judicieusement organisée exige, comme l'ont indiqué récemment MM. P. BRUÈRE et C. GIBRIN (19) que le poste de secours et ses annexes soient inclus dans une unité : le sous-secteur d'évacuation. L'importance pour une grande ville, d'une telle organisation, réside dans la possibilité d'apporter, dans ce cas, aux formations sanitaires, les secours les plus divers, tels que : déblaiement, lutte contre l'incendie, moyens supplémentaires de transport, etc...

ABRIS SANITAIRES PERMANENTS ET IMPROVISES

Nous envisagerons successivement le but, la construction ou adaptation et l'équipement de ces abris.

Les abris sanitaires peuvent être du type *permanent* ou *improvisé* (8); on devra tenir compte dans les deux cas :

1° des facilités d'accès pour voitures de secours et brancardiers;

2° des possibilités de triage, déshabillage, lavage, désimprégnation toxique des effets, du linge et des individus;

3° des aménagements pour soins à donner aux accidentés de toute nature : blessés, brûlés et gazés;

4° des moyens de chauffage, d'éclairage, des ressources en eau, et des possibilités de leur évacuation;

5° des ouvertures à clôre pour permettre de réaliser la ventilation forcée, et si possible la « surpression » sans perte de charge excessive.

D'après le Pharmacien-Colonel BRUÈRE, on ne pourra utiliser qu'à titre exceptionnel la régénération de l'air en milieu clos (par détente d'oxygène et soude caustique ou par peroxydes alcalins du type oxylythe) dans le cas par exemple du fonctionnement impérieux de certains services techniques (chirurgie, etc...).

1. - Super-abri sanitaire (type permanent)

Cet abri serait utilement réalisé dès le temps de paix, pour servir d'annexe aux services d'hygiène d'un hôpital important ou comme centre d'hygiène sociale.

Sa construction comporte des parois et une couverture (aérienne ou souterraine qui doivent le mettre à l'abri du triple péril par engins explosifs, incendiaires ou chargés de produits toxiques. Il serait utilement équipé du sas et de la noria siphonnés (1), dispositifs rendant possible l'accès permanent de cet abri pendant un bombardement par gaz toxiques et empêchant toute diffusion de ces gaz dans l'air de l'abri.

Dans l'étude de l'abri sanitaire, qui est une construction en majeure partie souterraine, le rez-de-chaussée a été réservé au triage et à l'accès, aux descentes (sas et noria siphonnés), la *noria* assurant la descente de brancards métalliques spéciaux, ces derniers étudiés pour faciliter leur manutention et leur désinfection.

On réalisera au premier sous-sol, avec un grand rendement, la désimprégnation toxique et les soins. Sur la même place, l'annexe éventuelle répond aux besoins médicaux, chirurgicaux et pharmaceutiques s'il y a lieu.

Au deuxième sous-sol seront disposés le matériel pour la désinfection du linge et des vêtements (étuves, séchoirs, bacs de lavage, etc...), la machinerie (groupes ventilateurs, surpresseurs, groupes de secours pour la production de l'électricité, filtres, etc...), les réservoirs d'eau, les w.-c. et fosses chimiques, la cuisine, etc...

L'abri sanitaire type *Permanent* (17) est généralement organisé, d'une façon moins onéreuse (ce qui est le cas pour Paris et sa banlieue) dans des locaux vides, de cubage suffisant (1.500 à 3.000 mètres cubes) disponibles dans des sous-sols (de Facultés, de Lycées, de Mairies, d'Hôpitaux, etc.). Une première visite de la Commission sanitaire a pour objet de reconnaître

(1) Dispositif breveté J. C. Thibierge, ingénieur.

la possibilité de répartir les différents services dans les locaux et de provoquer leur cloisonnement. Une seconde visite est consacrée à la réception des travaux (ventilation, douches, etc.) et suivie de l'envoi du matériel d'exploitation nécessaire au fonctionnement du poste.

2. - Abri sanitaire (type improvisé)

Ces types d'abris seront à aménager d'urgence dans certains locaux reconnus à l'avance aptes à cet usage (groupes scolaires, dispensaires, bains-douches, etc...).

Ces abris seront compartimentés ou aménagés de façon à permettre (côté hommes et côté femmes) le déshabillage et les soins (désimprégnation toxique ou simple lavage suivant les cas, oxygénothérapie, etc...)

Les abris disposeront d'installations de w.-c. et le Pharmacien-Colonel BRUÈRE recommande à ce sujet les fosses à action chimique du type Asepta, où la désodorisation et la désinfection des matières se fait à l'aide de la soude caustique en paillettes, et sans nécessiter ni aération, ni eau.

On installera un appareil surpresseur et filtrant qui permettra au personnel secouriste, non affecté au triage, de donner des soins sans le concours du masque, et rendra possible les entrées et sorties sans risquer d'infecter l'atmosphère de l'abri.

Les postes de secours mobiles seront de deux types :

1) Véhicules spécialement aménagés pour la relève et l'évacuation des accidentés et utilisés dès le temps de paix comme dispensaires mobiles ou pour le transport des denrées périssables.

2) Véhicules équipés au moment du besoin et le plus souvent avec remorque sanitaire.

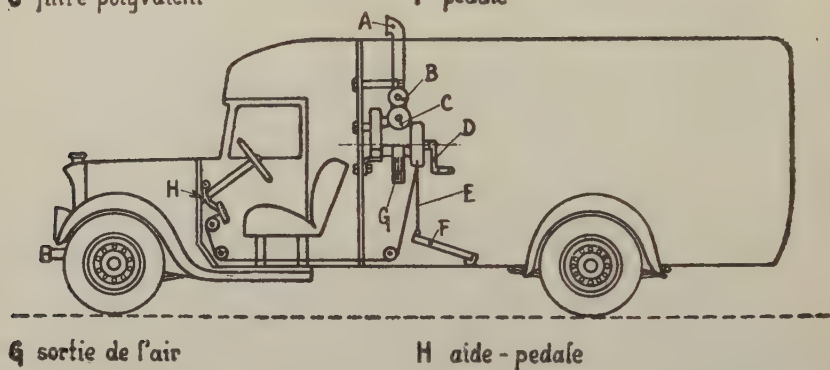
Ces véhicules seront munis, dans les deux cas, d'un dispositif de surpression avec filtres.

Ces véhicules devront avoir, comme point de rassemblement, des garages aménagés, comme nous l'avons indiqué, en relais-secours.

Régénération de l'air pour véhicules, locaux et abris.

A entrée de l'air
B filtre à arsines
C filtre polyvalent

D manivelle
E tige de commande
F pédale



(P. BRUÈRE).

EQUIPEMENT DES ABRIS SANITAIRES

Celui-ci comporte essentiellement :

1) un *ensemble-filtrant* muni de coffres étudié précédemment (première partie, ch. IV). La marche normale par branchement sur le secteur doit pouvoir être obligatoirement assurée par manivelle de secours ou pédalier;

2) un *appareil à douche*, chaude et froide, pour liquides savonneux ou neutralisateurs;

3) un *stock de matériel* à entretenir par roulement. A ce sujet, suivant M. BRUÈRE (8) on peut envisager plusieurs solutions :

a) établir un volant dans un magasin de réserve ou des établissements sanitaires importants et le renouveler par des échanges avec le service courant;

b) passer une convention avec du personnel technique (pharmaciens pour médicaments et pansements, médecins pour instruments de petite chirurgie);

c) faire appel à des œuvres privées ou à des services publics (Santé militaire, Assistance publique).

Ces prévisions comprennent huit catégories principales :

- 1) Médicaments pour thérapeutique d'urgence.
- 2) Ingrédients et matériel pour désinfection.
- 3) Matériel pour oxygénothérapie.
- 4) Instruments et accessoires pour petite chirurgie.
- 5) Réserve de linge et de vêtements provenant d'achats ou de dons.
- 6) Réserve de brancards (modèle léger).
- 7) Réserve d'appareils de protection individuelle (filtrants et isolants).
- 8) Réserve de vêtements spéciaux pour désinfection.

N.-B. — Nous renvoyons pour détails complémentaires concernant le Poste de secours sous abri et ses conditions de réalisation à la brochure éditée en 1934 par les services d'hygiène de la Préfecture de police (17) rédigée par MM. P. BRUÈRE et C. COT, rapporteurs à la Commission sanitaire de défense passive de la Seine.

CHAPITRE III

PROTECTION DE L'EAU ET DES ALIMENTS

La nécessité d'assurer une protection absolue de l'eau et des denrées alimentaires nous apparaît d'une importance aussi capitale que celle d'assurer la protection des voies respiratoires par masques et abris.

L'Eau. — L'eau est la seule boisson indispensable à la vie. Pour un sujet de 65 kilogs, les pertes sont voisines de deux litres et demi en 24 heures, dont un sixième est assuré par les combustions internes (16).

Il est indispensable de constituer une réserve individuelle d'eau potable, dès la première alerte, de façon à parer à l'éventualité de la pollution des eaux d'alimentation, par contamination des bassins collecteurs. Le service des Eaux de la ville de Paris a très judicieusement envisagé, en cas de bombardement suspect, une addition de fluorescéine pour donner à l'eau inévitablement distribuée une très légère coloration verdâtre; une telle eau ne devra être utilisée que dans le cas d'une nécessité absolue.

On pratiquera plusieurs traitements préalables (4):

a) *l'ébullition*, en évitant de concentrer les vapeurs dans le local;

b) le traitement *chimique* par quelques gouttes d'eau de Javel, complété par l'action physique du

charbon activé, ainsi que la précipitation par les poudres oxydantes (à base de permanganate), et réductrices (à base d'hyposulfite de sodium), l'odeur, le goût, le contrôle de la réaction (acide, neutre ou alcaline) devront servir de premier test pour prévenir les intoxications.

Assainissement de l'eau d'alimentation. — Le charbon actif peut être employé très avantageusement pour l'amélioration des eaux potables. On sait qu'à l'heure actuelle on tend de plus en plus à stériliser par le chlore ou par l'eau de Javel, non seulement les eaux de surface toujours suspectes, mais même les eaux de source qu'il n'est pas toujours possible de protéger contre des contaminations passagères ou permanentes.

La javellisation est une méthode pratique, économique et très efficace, à condition toutefois que les doses de chlore actif utilisées soient suffisantes pour assurer dans tous les cas la stérilisation.

L'action du charbon actif va plus loin encore; en sa qualité de corps poreux très absorbant, il fixe énergiquement les matières organiques de l'eau ainsi que les matières odorantes qui pré-existaient ou qui avaient pris naissance par l'action de l'excès du chlore sur les matières organiques de l'eau; comme il est lui-même parfaitement insoluble, il ne peut introduire aucune substance étrangère dans l'eau traitée.

Certains procédés à base de charbon actif, le *Carbo-chlore* notamment, ont été établis sur ce principe.

Denrées alimentaires. — D'après M. P. BRUÈRE (6) il y a lieu de les classer pratiquement en trois catégories :

1° Présentation en boîtes métalliques ou en bocaux de verre (conserves, confitures, etc...) et en fûts étanches (vins, matières grasses, etc...) dont la contamina-

tion n'est pas, en principe, à redouter si les récipients ont conservé leur intégrité; cependant, on procédera, avant leur utilisation, à une large désinfection en surface.

2° Denrées en vrac mais protégées naturellement à l'état sain par une cuticule non poreuse (légumes verts du type salade, choux, etc., légumes-fruits du type tomates, aubergines, etc., fruits tels que pommes, raisins, etc.; pommes de terre, carottes, etc..).

On fera certaines réserves toutefois pour les céréales, blé, riz, etc...) et les légumineuses, haricots, lentilles, etc...) dont les grains gonflent par trempage dans l'eau.

3° Produits pulvérisés, torréfiés ou à caractère poreux (farines, sucre cristallisé, café torréfié, pains, biscuits, etc...), facilement perméables à l'humidité et même aux gaz. A cet égard on peut rappeler une intéressante observation rapportée par PUNTONI, dans la *Revue d'Hygiène*; cet auteur signale que cinq personnes ont été intoxiquées par du pain et des gâteaux secs qui avaient séjourné dans un petit placard renfermant une solution concentrée de cacodylate de soude, laquelle avait servi de milieu de culture à une moisissure; celle-ci, en se développant, avait provoqué le dégagement de diéthyl-arsine, gaz très toxique, qui avait été absorbé par le pain et les gâteaux situés à proximité.

L'expérience a montré (4) que les denrées de la deuxième catégorie, à cuticule non poreuse, pouvaient être facilement désinfectés par une rapide immersion dans une solution d'eau de Javel au dixième, suivie d'un lavage à l'eau carbonatée additionnée, si possible, de 50 gr. par litre d'hyposulfite de sodium.

Le passage au four du pain, la cuisson sur le gril des viandes, sont à recommander sans que ces moyens offrent toutefois une garantie absolue. On doit crain-

dre, en effet, l'ultra-dispersion de fines particules d'arsines du type Adamsit, et seules les denrées systématiquement protégées par des dispositifs hermétiques (conserves individuelles, milieux clos) ou en locaux surpressés, offrirait le maximum de sécurité, que les services publics ont le devoir d'assurer par des mesures préventives organisées dès le temps de paix.

A cet effet, on devra prévoir, en plus des locaux, des véhicules pour le transport et la conservation des aliments, en se basant sur leur nature et leur état physique.

En ce qui concerne, notamment, les viandes et le pain, une ventilation périodique avec volets étanches d'appels d'air sur filtres avec légère surpression, est à prévoir (les véhicules seront utilement équipés avec un dispositif surpresseur et filtrant, susceptible de fonctionner par pédalier ou manivelle) (6).

On devra faire un large emploi des revêtements du type cellophane, d'une épaisseur suffisante pour éviter les perforations; on emploiera aussi avec avantage les sacs en papier et en tissu souple, revêtus de pigments fixés par enduits cellulosiques inodores et de prix peu élevé.

On invitera chaque occupant d'abri à se munir d'une réserve d'eau potable et d'une sacoche imperméable contenant un minimum de vivres destinés à faire face aux besoins imprévisibles (évacuation forcée, séjour prolongé, etc...).

Les approvisionnements de vivres devront être pourvus d'un service de surveillance qui déclenchera en cas d'alerte les appareils détecteurs. Ses renseignements fournis au premier temps (alerte) et au deuxième temps (confirmation) serviront de base aux mesures à prescrire d'urgence pour provoquer, s'il y a lieu, des désinfections et prévenir les intoxications. On évitera aussi de faire rejeter des approvisionnements qui n'auront pas été contaminés.

Par prudence, le matériel de cuisine, de boucherie et de boulangerie devra être fréquemment désinfecté surtout en cas de déplacement et d'installations nouvelles en zones suspectes.

Le caractère particulièrement insidieux des arsines pulvérulentes ne devra pas être perdu de vue ; en principe, les balayages seront évités, avant les manipulations des denrées (ouvertures de boîtes de conserves, vidage de sacs de farines ou de sucre, etc.), et que les essais de détection aient confirmé l'absence de ces poussières toxiques (4).

La question des viandes mérite quelques indications complémentaires, qui ont fait l'objet de remarques récemment publiées par M. P. BRUÈRE concernant les animaux en stabulation au moment des attaques aériennes, les animaux récemment abattus et non encore dépouillés ainsi que les quartiers de viande et les abats.

Voici les conclusions d'un rapport établi en 1934 par cet auteur :

1° Pour les animaux vivants et non protégés, il y a lieu d'être mis en garde contre une large contamination des voies respiratoires et parfois même du sang ; seuls les quartiers de viande pourront être utilisés, sous deux réserves importantes :

a) précisions d'ordre chimique ou bactérien sur la nature du bombardement ;

b) manipulations de dépeçage, effectuées après désinfection extérieure de l'animal et dans des locaux suffisamment protégés.

2° Pour les animaux déjà abattus, mais non encore dépecés, la contamination sera limitée à la surface et, en principe, il suffira de leur faire subir une large désinfection avec des solutions d'hypochlorites, la solution Hypo-Solvay, le brûlage, etc.

3° En ce qui concerne les abats et les viandes débi-

tées en morceaux, mettant à nu les tissus musculaires et graisseux, le danger est particulièrement grave ; en effet, les fines particules d'ypérite ou de lewisite se fixent sur les matières grasses sans se détruire. La chair musculaire « blanchit » et masque rapidement les réactions de détection sommaire.

Dans le cas du phosgène, la viande blanchit également, mais le danger est vite écarté et disparaît par lavage à l'eau froide et *a fortiori* par la cuisson.

Ce rapide exposé montre l'importance d'une question qui exige d'être abordée avec une vigilance avvertie qui ne saurait s'improviser en cas d'alerte et mérite de retenir l'attention des municipalités si l'on veut éviter des conséquences catastrophiques.

CHAPITRE V

DETECTION ET NEUTRALISATION

I. — DETECTION

La sécurité en abri par l'emploi du milieu surpressé, même restreint à la ventilation forcée par un appel d'air avec filtration préalable, exige qu'un contrôle soit exercé, concernant le bon fonctionnement des appareils épurateurs.

Ainsi que nous le verrons, les détecteurs susceptibles d'être utilisés sont de trois catégories : *physique*, *chimique* et *biologique* (3).

Ainsi que l'a précisé le Pharmacien-Colonel BRUÈRE (4), le caractère essentiel des moyens de détection doit être : au *premier temps* (alerte), *la simplicité*, *la sensibilité* et *la rapidité* pour permettre de suspecter une souillure, et au *deuxième temps* (confirmation), *la spécificité*, pour préciser la nature du produit agressif et en faciliter la neutralisation.

Nous reproduisons, d'après cet auteur, les directives qui nous ont paru compléter utilement notre travail.

La détection est une opération de laboratoire que l'on doit s'efforcer de simplifier pratiquement par l'emploi de procédés avertisseurs ; aucune règle absolue ne saurait être tracée à l'avance, sinon qu'un résultat suspect devra toujours entraîner des mesures

de prudence, jusqu'au moment où l'épreuve de confirmation aura permis une conclusion positive ou négative.

Détecteurs biologiques. — L'odorat est un facteur de premier ordre, d'une extrême sensibilité qui ne laisse aucun doute avec le chlore (1 p. 200.000), le phosgène (goût désagréable de la fumée de tabac), ypérite (odeur de raifort et des solvants : nitrobenzène, etc.), acide cyanhydrique (amandes amères), lewisite (odeur de géranium), etc.

Pour l'oxyde de carbone, inodore (sauf le cas où il est associé au gaz d'éclairage), l'oiseau est un détecteur ultra-sensible, en effet, par unité de poids, l'homme a une surface corporelle qui est environ le vingtième de celle d'un petit oiseau, il lui faut par suite, 20 fois plus de temps pour que son sang se mette en équilibre avec le milieu ; le volume de sang varie en fonction directe du poids du corps, tandis que plus le volume du corps est petit, plus grande est la surface, relativement au poids, d'où l'idée suggérée par HALDANE dès 1895, d'utiliser de très petits animaux (canaris, souris) pour déceler l'oxyde de carbone.

Ce test est obligatoire actuellement dans les mines anglaises où l'on utilise des cages dont la poignée est constituée par une petite bouteille métallique d'oxygène pour ranimer l'animal s'il y a lieu.

Détecteurs physiques basés sur l'emploi d'une sonnerie du déplacement d'un curseur ou d'un phénomène (coloration, précipité, etc.) décelable par la cellule photo-électrique.

Le toximètre Guasco accuse un déplacement de liquide coloré sur une échelle, sous l'influence de la chaleur dégagée par l'absorption de l'oxyde de carbone au contact de la mousse de platine.

Au premier temps (alerte), l'auteur a indiqué que

l'on pouvait être mis en garde contre des souillures par l'ypérite (ou la lewisite) à l'aide de tampons détecteurs, constitués par de l'ouate recouverte de gaze, ficelée sur un manche de bois. On imbibe avec une solution aqueuse d'héliantine à 2 grammes par litre (obtenue par des comprimés), qui donne une coloration jaune (effets, parois des murs, etc.).

Dans le même ordre d'idées, M. BRUÈRE a indiqué plusieurs types de *détecteurs multiples*, dont le modèle à main est constitué par une poire de volume connu (50 centimètres cubes) qui refoule l'air suspect dans un récipient en verre incolore, fermé par un bouchon perforé, muni de baguettes servant à fixer dans les orifices les papiers réactifs que l'on humecte s'il y a lieu au moment du besoin pour augmenter leur sensibilité, par temps sec :

1° *Rouge Congo* (Lutèce) non spécifique, mais qui indique d'être prudent si le papier *rouge* passe au *bleu* (cette réaction a lieu dès que l'air ou l'eau devient acide par le Phosgène, la palite, l'ypérite, la lewisite, etc.).

2° *Blanc* (ioduro-amidonné) qui vire au bleu avec le chlore (et aussi l'ozone et certains halogènes).

3° *Jaune-orangé* (picro-sodique) dont la teinte s'accroît à l'orangé par l'acide cyanhydrique.

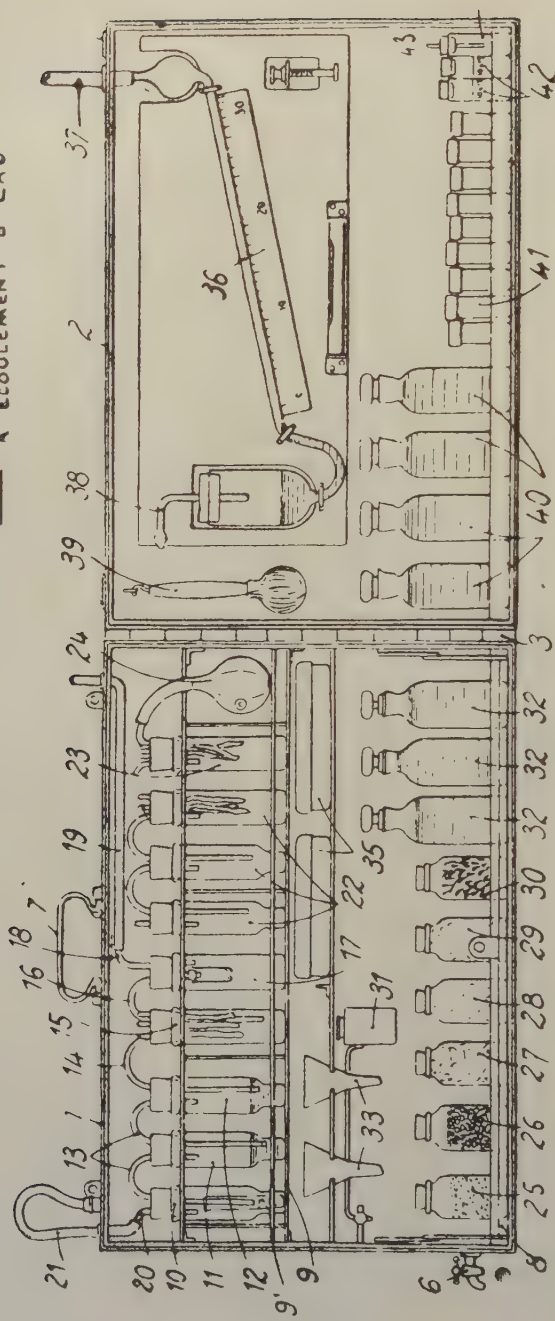
4° *Jaune sale* (Harrison) qui vire au jaune foncé, puis au brun par le Phosgène (papier d'odeur aromatique prononcée).

5° *Blanc* (acétate de plomb) qui noircit par les sulfures ; à employer parallèlement avec :

6° Un papier blanc que l'on imbibe avec une ampoule renfermant une solution au centième de *chlorure de palladium*. Lorsque ce papier légèrement jaunâtre passe au gris, redouter la présence d'*oxyde de carbone*.

Réunir pratiquement ces papiers par deux sur le bouchon servant de support.

POLYDETECTEUR P. BRAUÈRE
— A ÉCOULEMENT D'EAU



(Prolabo, Constructeurs, 12, rue Pelée, Paris (x^r)).

DÉTECTEURS CHIMIQUES

1° L'eau d'aniline incolore à 2 p. 100 donne un louche, puis un précipité avec le phosgène (réaction caractéristique).

2° La solution aqueuse incolore, récente et au tiers d'iodure de sodium cristallisé, donne un louche, puis un précipité avec l'ypérite (sensibilité 4 p. 100.000).

3° Le réactif jaune à iodure cuivreux devient louche avec l'ypérite sans décoloration; il se décolore sans précipiter avec la lewisite (BRUÈRE).

4° La chloropicrine ajoutée à une solution alcoolique bouillante de potasse, donne une coloration rouge, en présence de résorcine.

On l'absorbe dans le détecteur par du charbon actif.

5° Pour retenir les arsines pulvérulentes, il est nécessaire d'utiliser un tube rempli de sulfate de sodium pulvérulent, récemment desséché. Dans le cas où une légère coloration verte suspecte se produirait (adamsit) introduire la région suspecte dans un petit tube où se dégage de l'hydrogène et observer la coloration jaune plus ou moins accentuée du papier blanc ioduro-mercurique, suspendu dans le tube (Réaction de Cribier).

Il est recommandable de placer des détecteurs à écoulement d'eau, dans les endroits menacés (magasins de vivres ou d'effets, etc.) après l'alerte on examine au laboratoire central les phénomènes enregistrés.

N. B. — Pour ces divers essais et notamment pour les besoins de contrôle à effectuer dans les abris sanitaires, les magasins de vivres, etc., le Colonel BRUÈRE a fait réaliser sous le nom de *Polydétecteur* (11) un appareil métallique, véritable poste analytique de détection des produits agressifs des attaques

aériennes. Le *multidécteur* à poire permet le contrôle de l'air distribué dans les abris par les appareils de ventilation. Il est applicable également à la détection extérieure par les équipes de secours.

II. — DETOXICATION ET DESINFECTION

Les opérations de désinfection exigent du personnel secouriste le port de *vêtements protecteurs*. (La préférence sera donnée aux tissus spéciaux : huilés, etc.). Les pièces de l'équipement seront revêtues dans l'ordre suivant : moufles, salopette, *bourgeron*, ceinture, bottes ; les semelles seront en bois car le cuir et le caoutchouc absorbent l'hypérite et la léwisite. Comme coiffure, on recommandera le béret basque imperméabilisé.

Si le tissu huilé fait défaut, on se servira économiquement d'une combinaison de chauffeur trempée dans un liquide fixateur à base de latex et d'une poudre inerte. On pourrait utiliser aussi la peinture au pistolet avec poudre d'aluminium.

La désinfection rentre essentiellement dans le cadre des mesures sanitaires. Elle comprend non seulement les locaux et leurs abords, mais également les gazés et leurs effets, d'où l'installation prévue de postes de lavages, de désinfection et de désimprégnation toxique à installer dans les principaux secteurs (par utilisation des établissements hydrothérapiques urbains, lavoirs, etc.) et à accoler aux groupes sanitaires.

La désinfection sera également appliquée au matériel de cuisine, de boulangerie et de boucherie.

Matériel de désinfection. — On utilisera (4) :

1° Comme *petit matériel*, des spatules en bois et des tampons avec manche qui seront incinérés après application des produits neutralisateurs employés en

pâte (chlorure de chaux) ou en solution (hypochlorites, hypo-Solvay, polysulfures, permanganate, etc...) ainsi que des pelles trouées en écumoire pour les poudres.

2° Comme *matériel portatif*, on emploiera des pulvérisateurs en cuivre (ou en métal inoxydable) du type Vermorel, et des modèles plus légers utilisables à volonté (par un embout interchangeable) comme pulvérisateurs ou lance-jets ;

3° Comme *matériel sur roues* :

a) des camions-réservoirs en métal rendu inoxydable (par bitumage, parkérisation (1), peinture anti-rouille, etc.).

b) des groupes électrogènes susceptibles (3), d'après P. BRUÈRE, de fabriquer sur place à partir du *chlorure de sodium* ordinaire : du chlore et de la soude libres ou combinés à l'état d'hypochlorite alcalin, et d'autre part, à partir d'*air*, un mélange d'azote et de composés oxygénés de l'azote ; un *avion réservoir* conçu sur le même principe, permettrait une aspersion des régions boisées et bâties, difficilement neutralisables en cas de contamination par yperite ou lewisite, poussières infernales ou de mort (18) à l'aide des moyens ordinaires.

NEUTRALISATION DES PRODUITS AGRESSIFS DES ATTAQUES AÉRIENNES PAR ULTRA-DISPERSION DES LIQUIDES

Cette importante question à l'ordre du jour, vient de faire l'objet d'une étude précise de MM. P. BRUÈRE et F. GAUCHARD (20), qui rentre dans le cadre de notre sujet. En matière d'*assainissement*, il importe d'interdire l'occupation d'une zone ouverte ou d'un

(1) Parkérisation. Méthode chimique de formation sur le fer d'un revêtement inoxydable et imperméable de phosphate de fer (Procédé Parker).

local clos, suspects d'avoir été pollués, avant toute action de désinfection naturelle ou provoquée.

Nous citerons les divers facteurs susceptibles d'entrer en jeu, qui sont :

1° Les *éléments naturels* agissant par *dispersion* (vent) ou par *décomposition* (humidité de l'air, chaleur solaire, etc...).

2° Les *moyens artificiels* tels que :

a) La ventilation par soufflerie qu'on associe suivant les cas à la filtration (ensembles filtrants).

b) La *projection* d'eau, qu'on utilise à froid ou à chaud, seule ou associée à des substances neutralisatrices.

c) La *pulvérisation* qui peut aller jusqu'à l'ultra-dispersion non seulement de solutions aqueuses, mais aussi de liquides volatils, utilisés comme solvants de produits germicides judicieux associés.

Ces *moyens d'action* intéressent à la fois l'hygiène normale du temps de *paix* (locaux à usage domestiques ou industriels), et l'hygiène du temps de *guerre*, notamment pour se prémunir ou lutter contre les agressions par gaz, vapeurs ou poussières nocives et délétérés des attaques aériennes.

Le *matériel technique* sera aussi perfectionné que possible, de façon à fournir avec sécurité et rapidité le maximum de résultats avec le minimum de produits neutralisateurs ; ceux-ci seront présentés sous une forme maniable, c'est-à-dire apte à les rendre immédiatement utilisables.

I. — Ventilation.

Les résultats ne seront satisfaisants que dans le cas où l'on aura affaire à des agents de pollution volatils, suffisamment divisés ou dilués pour permettre leur entraînement mécanique par un courant d'air.

Dans le cas particulier de la guerre chimique, on se méfiera de la condensation des produits agressifs liquides et persistants tels que l'ypérite, la léwisite, la chloropicrine, etc., vis-à-vis desquels la ventilation se montre inopérante lorsqu'il y a lieu d'agir vite et sûrement ; c'est pourquoi il est nécessaire de la faire précéder par une action de neutralisation effectuée méthodiquement et d'après une technique que nous allons énoncer, en nous inspirant de la règle donnée par le Colonel BRUÈRE : « les moyens de désinfection doivent être à l'échelle des procédés d'agression ».

II. — *Neutralisation physico-chimique et chimique.*

Dans ce procédé de sécurité, il est fait appel à des solutions aqueuses *oxydantes* (type hypochlorites) ou *réductrices* (type polysulfures) suivant le cas, dont l'action est renforcée s'il y a lieu, par des *alcalis caustiques* (type soude caustique) ou *carbonatés* (type carbonate de soude sec).

Les solvants volatils (kérosène, huiles diverses, etc.) associés aux produits germicides *naturels* (du type essences aromatiques riches en dérivés phénoliques et terpiniques, etc...) ou *artificiels* (formol, paraldehyde) ont donné lieu à d'importantes applications dans les opérations de désinfection et de climatisation sur lesquelles nous aurons l'occasion de revenir.

Qu'il s'agisse de solutions aqueuses ou de solvants volatils, il y a lieu, pratiquement, d'envisager les actions de *surface*, et les actions qui s'exercent au sein même de l'*atmosphère*.

A. — *Surface.* — Les surfaces peuvent être représentées soit par un dallage ou des revêtements imperméables (béton, ciment, briques vernissées, etc...), soit, le plus souvent, par des matériaux semi-perméables (planchers, boiseries, briques poreuses, plâtrages,

etc...) ou très perméable tel que le sol pouvant donner lieu à de profondes infiltrations.

Il importe également de tenir compte de la multiplication des surfaces sur un terrain recouvert d'une végétation feuillue ; de même en ce qui concerne les locaux cloisonnés ou renfermant de nombreux réipients, des meubles, etc... ; enfin, il sera nécessaire de procéder à une sévère désinfection *extérieure* (toitures, murs, canalisations, etc...) dans le cas de contamination à la suite d'attaques agressives sur des bâtiments.

Le matériel à prévoir fait appel au jet de la lance des pompiers qui permet « d'agir en hauteur et avec force », ainsi qu'à la douche profusée, ou en pluie, des appareils système Vermorel, dont le type horticoles fournit à volonté, par un embout réglable, un jet filiforme ou nuageux.

Dans tous les cas le caractère tangible de ces opérations est le *mouillage* des surfaces touchées, avec un ruissellement qui présente un double inconvénient :

a) consommation importante des solutions neutralisantes ;

b) évacuation parfois difficile à assurer dans les sous-sols non munis du tout à l'égout.

B. — *Atmosphère*. — Pour lutter contre les produits nocifs en suspension dans l'air, la floculation et la neutralisation par des gaz ou des liquides ultra-dispersés sont les deux procédés qu'il convient d'appliquer et d'associer pour en renforcer l'action.

Depuis longtemps on a mis en relief l'action de l'*ozone* dans l'assainissement de l'air (23) ; son usage exige le courant électrique, ce qui en limite les applications, le Colonel BRUÈRE en a préconisé l'emploi pour floculer les fines particules d'arsines du type Adamsit (3).

Toutefois il importe de faire remarquer que si l'ozone est obtenu à partir de l'air, il se forme des composés oxygénés de l'azote qui rendent rapidement l'atmosphère irrespirable.

Pratiquement on retiendra surtout l'ultra-dispersion des liquides jusqu'au point dit de « nébulisation » apparenté avec l'état colloïdal.

On sait qu'un colloïde est un système à deux phases dont l'une est ultra-dispersée. Dans le cas particulier qui nous occupe, il s'agit d'*aérosols* dont le « solvant » est l'air du milieu où l'on opère, et les « micelles » (ou éléments dispersés) les très fines particules du liquide neutralisateur.

Pour réaliser cet état dynamique *non mouillant*, il faut utiliser des appareils qui sectionnent par projection centrifuge, les liquides simples ou composés (solutions aqueuses ou à base de solvants volatils) dont on veut multiplier les surfaces de contact *au sein même d'une atmosphère polluée*, de façon à réaliser une véritable imprégnation de caractère persistant.

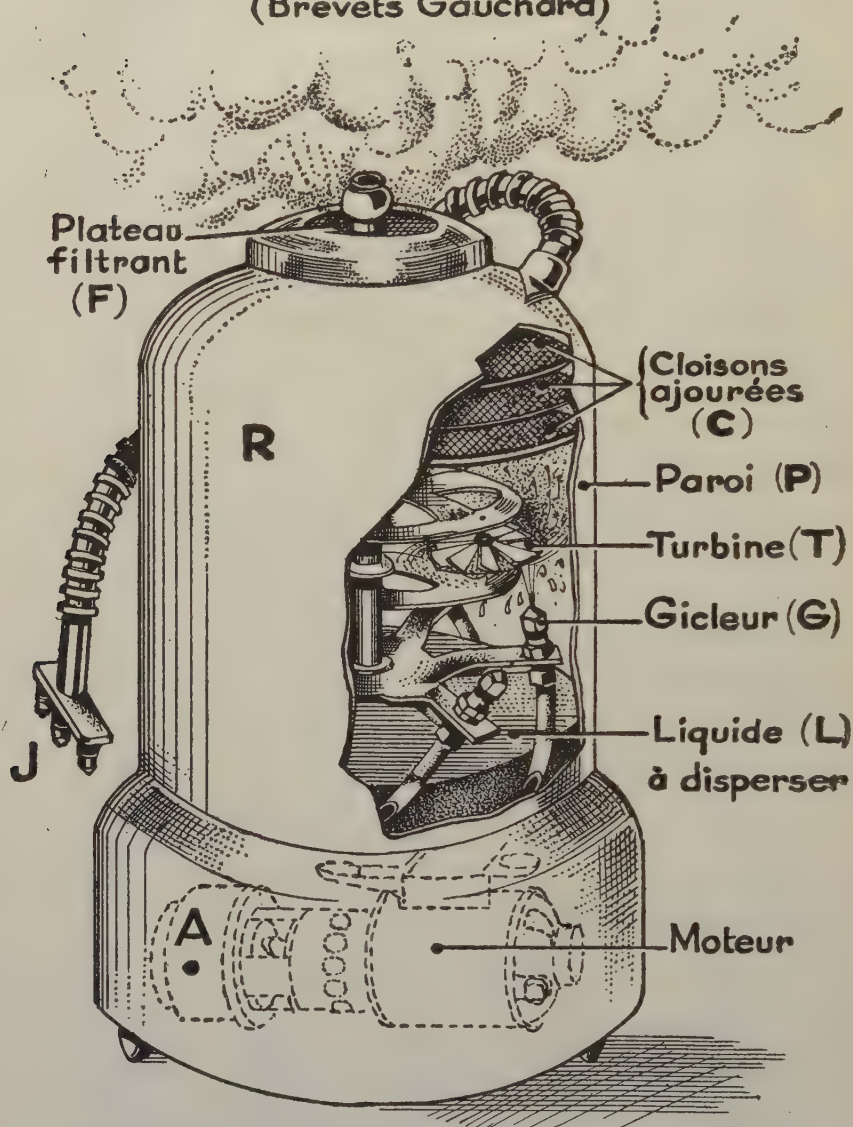
Cette technique est particulièrement indiquée dans la guerre dite des gaz, qu'il s'agisse de produits gazeux (phosgène, palite, etc.), de gouttelettes liquides (ypérite associée à du nitro-benzène et dispersée par l'explosion des bombes, etc.) ou de *fines particules solides* (adamsit mélangé à un perchlorate et diluée dans l'air par combustion).

Appareillage. — On a apporté une solution satisfaisante à ces problèmes de « destruction ou transformation simultanée de particules infinitésimales en suspension dans une atmosphère gazeuse et de sources de production des dites particules » en réalisant (1) un dispositif mixte, c'est-à-dire donnant,

(1) Brevet F. Gauchard, Vincennes.

CLIMATISEUR IMPRÉGNATEUR

(Brevets Gauchard)



(Construit sous licence en Angleterre sous le nom
de PHANTOMIST).

d'une part une projection massive de *caractère mouillant* réglable à volonté (jet profusé et microfusé) et une ultra-dispersion sous forme de brouillard stable de caractère *non mouillant*.

Le liquide à nébuliser est placé dans un récipient (R) dont il occupe environ le quart du volume ; ce liquide (L) est aspiré par dépression à l'aide d'air comprimé (A) dans des tubes munis de gicleurs (G), de façon à se briser sur les ailettes d'une turbine (T) qui les projette contre les parois du récipient (P). Les particules ainsi obtenues sont filtrées par des cloisons ajourées (C) de façon à ne laisser sortir de l'appareil qu'un nuage non mouillant par le plateau filtrant (F).

PRODUITS NEUTRALISATEURS

I. — Les produits à utiliser pour la désinfection des locaux à la suite d'attaques aériennes ou plus exactement par « détoxication » suivant l'expression de M. le Pr JOANNON, exige, comme nous l'avons dit, des agents à caractères oxydants ou réducteurs et dont l'action est complétée s'il y a lieu par celle des alcalis libres ou carbonatés.

Parmi les produits qui forment la base du stock neutralisateur, il y a lieu de signaler :

1° Catégorie des produits à caractère *oxydant* :

a) chlorure de chaux sec et solution d'hypochlorite (eaux et extraits de Javel) ;

b) Permanganate de potassium, etc.

2° Catégorie des produits à caractère *réducteur* :

a) hyposulfite de soude du commerce fréquemment associé à parties égales au carbonate de soude sec (sel Solvay) sous le nom d'Hypo-Solvay ;

b) Polysulfures alcalins associés s'il y a lieu à la lessive de soude du commerce.

Le chlorure de chaux sec ordinaire titré à 100 degrés chlorométriques s'emploie en nature dans la proportion de vingt parties pour une partie d'ypérite liquide. Il est recommandé de répandre au préalable un peu de terre ou de sable sur les taches suspectes pour éviter des projections par réactions trop brutales. On utilise également un chlorure de chaux plus stable (titre minimum 200 degrés chlorométriques) fabriqué sous le nom de Perfix par PÉCHINEY (1).

Les solutions d'hypochlorite doivent être diluées au cinquième ou au dixième suivant leur concentration. On les associe efficacement au moment du besoin aux solutions de permanganate de potasse au millième.

La solution dite Hypo-Solvay a pour formule :

Hyposulfite du commerce.....	50 grammes
Sel Solvay (carbonate de soude sec) ..	50 grammes
Eau q. s. pour un litre.	

En ce qui concerne les polysulfures, on utilise pratiquement la formule DESGREZ, GUILLEMARD et SAVÈS :

Foie de soufre sodique (polysulfures)	240 grammes
Lessive des savonniers	140 grammes
Eau : q. s. pour un litre.	

Cette solution mère est étendue à 10 litres d'eau, au moment de l'emploi.

Nota. — Le polysulfure de sodium dissous (F.H.M., éd. 1930), s'obtient avec :

Soufre.	250 gr.
Chaux vive.	120 gr.
Carbonate de sodium ordinaire	550 gr.
Eau : q. s. pour un litre.	

(1) L'emploi sous forme de *savon chloré* (R-G) étudiée par nous dès 1934, permet d'ajouter à l'action détersive du savon, l'action oxydante des hypochlorites.

La présentation en poudres séparées, par doses calculées, facilite la conservation et l'utilisation, sous forme de *gelée*, superactive pendant plusieurs heures, obtenue par hydratation au moment du besoin. (P. BRUÈRE).

II. — Aux produits neutralisateurs par *détoxication*, il convient d'ajouter :

a) D'une part les substances pour *désinfection* à caractère « germicide » en donnant la préférence à celles dont l'activité parasitotrope est maximum pour un effet organotrope minimum ;

b) Et, d'autre part, les vaccins susceptibles d'être utilisés également comme moyens de défense dans la guerre microbienne dont l'emploi, comme thérapeutique nouvelle par ultra-dispersion a fait l'objet d'intéressantes recherches de M. le Pr. TRILLAT, de l'Institut Pasteur (30).

CONCLUSIONS

Au cours de cette étude, nous nous sommes particulièrement appliqués à résoudre, au point de vue pratique, les principaux problèmes susceptibles d'être posés à un hygiéniste dans le cas de la *protection collective* contre le péril aéro-chimique.

Après avoir montré ce qu'était l'acte respiratoire dans les deux cas principaux où des collectivités pourront se trouver placées, soit volontairement, soit le plus souvent par suite de circonstances impérieuses, nous avons cherché à mettre en relief les avantages et les inconvénients du *milieu clos* et de la *ventilation forcée* en circuit ouvert, accentuée jusqu'au *milieu* nettement *surpressé*.

Le système d'un *milieu clos*, avec protection simultanée contre les trois périls : toxique, explosif et incendiaire, est en principe préférable, mais en fait difficilement réalisable en raison du prix prohibitif des installations qu'il exige et de l'impossibilité d'effectuer facilement des entrées et des sorties, ce qui en limite beaucoup l'emploi.

Les autres inconvénients, qui nuisent pratiquement à son utilisation, sont, les uns, pour ainsi dire intrinsèques (échauffement et hygromicité excessive de l'air des locaux, dangers de suroxygénation, etc...), et les autres liés aux difficultés que rencontrerait sa généralisation concernant le ravitaillement en matières premières, le renouvellement des stocks et des produits épurateurs, etc...

L'utilisation d'un *milieu surpressé* ou simplement *ventilé* par appel d'air, filtré à volonté, se prête à un nombre beaucoup plus grand d'organisations défensives ; le choix judicieux d'un appareil de filtration complétant le ventilateur assure l'efficacité de ce système, dans les limites où la protection individuelle contre les toxiques peut elle-même être assurée par une cartouche filtrante.

La *protection des aliments*, l'*évacuation des déchets*, la *détoxication* (1) *des locaux* et de leurs abords, sont autant de problèmes connexes dont l'étude montre combien la lutte contre les gaz a besoin d'être envisagée à l'avance avec calme et réflexion. La prévision d'abris suffisamment bien équipés est indispensable, même si l'on pouvait réaliser une évacuation massive, de la population ; en effet, tout centre important devra conserver un minimum de personnel pour assurer certains services dont le fonctionnement ne peut être arrêté. En outre, l'évacuation ne fait que déplacer le risque qui reste entier.

Nous nous sommes particulièrement appliqués à mettre en relief la nécessité de compléter la protection collective :

1° Par un *contrôle* sévère de détection de l'air distribué dans les abris par les ensembles filtrants ;

2° Par une *désinfection* méthodique après l'alerte, des locaux occupés, notamment dans le cas des abris sanitaires ainsi que de leurs abords susceptibles d'avoir été souillés par des produits toxiques.

Dans cet ordre d'idée nous nous sommes appliqués à mettre en relief les ressources nouvelles apportées à la *détoxication* (en cas de péril chimique) et à la *désinfection* (en cas de péril microbien) par les méthodes d'*ultra-dispersion* des liquides, permettant de

(1) Néologisme qui nous a été suggéré par M. le Professeur agrégé JOANNON.

mettre en jeu toute la gamme des moyens d'action, depuis la douche microfusée (mouillante) pour actions de surface, jusqu'à l'imprégnation (non mouillante) au sein de l'atmosphère, par nébulisation.

Enfin, nous avons montré que la protection collective et plus particulièrement celle appelée à s'exercer dans les abris sanitaires, serait grandement facilitée par une division des cités, en secteurs d'évacuation, pour permettre une coordination des secours de toute nature, indispensable à une *défense passive* judicieusement organisée.

Vu :
LE DOYEN,
ROUSSY.

Vu :
LE PRÉSIDENT DE LA THÈSE,
TANON.

Vu et permis d'imprimer :

LE RECTEUR DE L'ACADÉMIE DE PARIS,
S. CHARLETY.

BIBLIOGRAPHIE

1. BEYTOUT (P.). — Les divers charbons médicinaux (*Thèse Doct. Pharm.*, Nancy, 1932).
2. BRUÈRE (P.). — Protection collective, en atmosphère confinée, contre les gaz de bombardement (*Bull. Doct. Pharm.*, sept.-oct., 1930).
3. — Organisation biochimique de la défense passive contre le péril chimique aérien (*Bull. Doct. Pharm.*, Paris 1932).
4. — Exercices pratiques sur la protection contre les gaz de combat. (Paris, 1933, Libr. Vigot frères).
5. — Le péril incendiaire aérien (*Bull. Doct. Pharm.*, Paris, juillet-août et sept.-oct. 1933).
6. — Le péril chimique aérien et la protection de l'eau et des aliments (*Bull. Doct. Pharm.*, Paris, déc. 1933).
7. — Protection collective dans le cadre familial et les abris sanitaires (*Bull. Assistantes du Devoir National*, Paris, oct. 1934).
8. — Abris sanitaires, permanents et improvisés pour secours Z (*Libr. Le François*, Paris 1934).
9. — Directives pratiques pour l'organisation d'un abri sanitaire contre les attaques aériennes (*Presse Médicale*, Paris, février 1935).
10. — Le rôle technique du Pharmacien dans la protection contre les attaques aériennes (Libr. Vigot, Paris 1935).
11. — Les ensembles filtrants pour milieux surpressés : destination et contrôle (*Journ. Pharm. et Chim.*, 16 juillet 1936).
12. — Moyens de protection, en état de surprise sans masque, ni abri (Libr. Vigot, Paris, 1935).
13. — La protection collective dans le cadre familial (Libr. Vigot, Paris, 1936).

14. — La protection collective dans les abris ordinaires et sanitaires (*Bull. Biologistes-Pharmaciens*, 3^e trim. 1936).
15. — La protection des vivres, de l'eau et des boissons, contre le péril aérien (*Forces Sociales*, mars 1937).
16. — Principes d'alimentation rationnelle des collectivités (Libr. Fournier, bd Saint-Germain, Paris 1932).
17. BRUÈRE (P.) et COT. — Le poste de secours sous abri ou abri sanitaire (Libr. Vigot, Paris 1934).
18. BRUÈRE (P.) et VOULOIR (G.). — Face au péril aérochimique (Edit. Médicis, Paris 1936).
19. BRUÈRE (P.) et GIBRIN (C.). — L'abri sanitaire et ses annexes, dans une défense passive organisée (*Ann. Hyg. P. I. S.*, Paris, Mars 1937).
20. BRUÈRE et GAUCHARD (F.). — Neutralisation des produits agressifs des attaques aériennes par ultra-dispersion des liquides (*Bull. Doct. Pharm.* n° 1, Paris 1937).
21. CAMBIER (R.). — Le charbon actif ; ses applications à l'hygiène de l'air et de l'eau (*Ann. Hyg. P. I. S.*, Paris, avril 1931).
22. COT (C.) et DEMESSE (J.). — La réalisation du milieu surpressé par l'air comprimé (*Bull. Défense Aérienne*, Paris, nov, 1936).
23. DAHIEZ (J.). — Le conditionnement de l'air dans les locaux habités, au point de vue de l'hygiène (*Thèse Doct. Pharm.*, Lille 1933).
24. DAUTREBANDE (P^r). — Les gaz toxiques (Masson Edit. Paris 1933).
25. GAUCHARD (F.). — La protection individuelle et collective par climatisation de l'air et imprégnation des surfaces (Edit. des Laboratoires Gauchard, 51, rue de la Bienfaisance, à Vincennes, 1936).
26. HEREDER et ISTIN. — L'arme chimique et ses blessures (Libr. Baillière, Paris 1935).
27. LEDOUX (E.). — Traité du conditionnement de l'air (Paris 1931).

28. MISSENARD (F.). — Etude physiologique et technique de la ventilation (Edit. Eyrolles, Paris 1933).
29. ROSENTHAL (G.). — Adductions d'air pur à domicile (d'après Marcel ARRIBAT, *Je sais Tout*, février 1932).
30. TRILLAT (A.). — *Bull. Acad. Médecine*, 5 janvier 1937.

TABLE DES MATIERES

AVANT-PROPOS	IX
--------------------	----

PREMIÈRE PARTIE

Chapitre premier. — Principes généraux de la protection collective	1
Chapitre II. — L'acte respiratoire en milieu confiné.	3
Chapitre III. — Le milieu clos.....	13
Chapitre IV. — Le milieu surpressé.....	21
Chapitre V. — Le milieu surpressé. Emploi de l'air comprimé	29
Chapitre VI. — Filtration d'air par le sol.....	37

DEUXIÈME PARTIE

Chapitre premier. — Abris ordinaires	39
Chapitre II. — Abris sanitaires permanents et improvisés	47
Chapitre III. — Protection de l'eau et des aliments.	55
Chapitre V. — Détection et neutralisation.....	61
BIBLIOGRAPHIE.	81
CONCLUSIONS.	77

